E 84

NEDERLANDSCHE PLANTENZIEKTENKUNDIGE
(PHYTOPATHOLOGISCHE) VEREENIGING

TIJDSCHRIFT OVER PLANTENZIEKTEN

INSTITUT
LIBRARY
19 DEC 1945
SERIAL Eu 86
SEPARATE

ONDER REDACTIE VAN

Ir N. VAN POETEREN
Prof. Dr W. K. J. ROEPKE
Prof. Dr JOHA WESTERDIJK

Redactie-adres: Ir N. van Poeteren, Wageningen

VOL. 49 — 1943
2e AFLEVERING

INHOUD

Blz.

Prof. Dr H. M. Quanjer — Bijdrage tot de kennis van de in Nederland voorkomende ziekten van tabak en van de tabaksteelt op kleigrond 37

Ir Y. van Koot — Enkele onderzoekingen betreffende de fusarium-ziekte bij de komkommer 52

Ir Hester G. Kronenberg — Autoreferaat van de voordracht voor de Ned. Plantenziektenkundige Vereeniging op 28 November 1942 te Amsterdam: Virusziekten in aardbeien 74

Geheele of gedeeltelijke overname van artikelen uit dit Tijdschrift wordt gaarne toegestaan, mits onder vermelding der bron.

LIDMAATSCHAP NED. PL.ZIEKTENK. VER.

Nederland en Overz. Gewesten en België f 4.—
Buitenland (behalve België) . . . . . f 4.50
Leden ontvangen tijdschrift gratis
ABONNEMENT Tijdschrift . . . . . f 5.—

Penningm. Dr A. J. P. Oort, Ericalaan 5, Wageningen
Betalingen op Postrek. 346310, ten name van: Penningmeester der Nederlandsche Plantenziektenkundige Vereeniging, Wageningen.
De leden in België kunnen hun contributie (13,27 Belgas) voldoen door overschrijving op postrek. No. 115754 van den Heer G. Roland, Ingénieur agronome, Chaussée de Charleroi 23 te Gembloux.

ADVERTENTIËN

Prijzen per plaatsing:
1/8 pag. . . f 2.25 1/2 pag. . . f 5.90
1/4 pag. . . f 3.65 1/1 pag. . . f 9.—

Bij 6 maal plaatsen van dezelfde advertentie 10 pct korting.

Voor plaatsing wende men zich tot
H. Veenman & Zonen, Wageningen, Tel. 2900.

Printed in Holland

Ceresan *nieuw*

Droogontsmettingsmiddel
voor **alle** zaaizaden

BAYER

Steeds voorradig

N.V. „DEFA" - ARNHEM

KANKERDOOD
FABRIKAAT: CHEMISCHE FABRIEK VELSEN
Ter bestrijding van **Kanker in Vruchtboomen**
RHIZOPON-GROEISTOFFEN
FABRIKAAT: N.V. AMSTERDAMSCHE CHININEFABRIEK
Voor de **beworteling van stekken** en **bestrijding** van den **laten val** van **fruit**
A.V.O.P. **Keizersgracht 133 - AMSTERDAM-C - Tel. 47778**

VACANT

NEDERLANDSCHE PLANTENZIEKTENKUNDIGE (PHYTOPATHOLOGISCHE) VEREENIGING

TIJDSCHRIFT OVER PLANTENZIEKTEN

ONDER REDACTIE VAN
IR N. VAN POETEREN, PROF. DR W. K. J. ROEPKE
EN PROF. DR JOHA WESTERDIJK

49e Jaargang **2e aflevering** **Maart-April 1943**

BIJDRAGE TOT DE KENNIS VAN DE IN NEDERLAND VOORKOMENDE ZIEKTEN VAN TABAK EN VAN DE TABAKSTEELT OP KLEIGROND

DOOR

H. M. QUANJER

INLEIDING

Een vrij algemeene ziekte, die voorkomt, zoowel waar tabak op de lichtere grond van het land van Maas en Waal, als op de zandgronden aan de Zuidhelling der Utrechtsche heuvelrug geteeld wordt, is de mozaïekziekte. Zij was reeds in de vorige eeuw bekend uit de studiën van Prof. ADOLF MAYER (1886), die in het einde van die eeuw door Prof. BEYERINCK (1890) vervolgd zijn. Later heeft men dit werk in Amerika voortgezet en het heeft geleid tot resultaten, die een geheel nieuw licht werpen op den aard der virusziekten en der veroorzakende viren.

Een tweede in Nederland voorkomende ziekte van tabak werd door den Heer SCHOEVERS gedurende den vorigen wereldoorlog, toen de cultuur van dit gewas weer wat opbloeide, in dit tijdschrift (1917) behandeld. Het is de door het stengelaaltje veroorzaakte ziekte, die in Deest bij Druten ontdekt werd, maar zich sedert dien tijd niet schijnt te hebben uitgebreid (zie ook KOTTE 1943). Volledigheidshalve kan nog genoemd worden de aantasting van tabak door de woekerplant „hennepvuur", *Orobanche ramosa*, in Maas en Waal (VAN POETEREN, 1917).

Verder komen enkele schimmelziekten voor. Onder de kiemplanten zijn er altijd vele, die „wegsmeulen" tengevolge van schimmelaantasting. Meestal zijn hierbij Pythiumsoorten in het spel. In de bloeiende tabak vindt men een rotting van de bladeren, die uitgaat van de afgevallen bloemkronen en die door een Botrytis veroorzaakt wordt. Minder algemeen, maar waar het voorkomt veel schadelijker, is het „sclerotiënrot", dat van rotte bladeren op den stam overgaat en te kennen is aan concentrische ringen en naar buiten barstende sclerotiën (Pl. III, fig. 10).

Schadelijker dan al deze ziekten is een tweede virusziekte, die de practici met de namen „patrijs" en „ratel" aanduiden. Op de zandgronden in Utrecht was zij, althans in 1942, minder algemeen dan in het Maas-Waalsche. Met de gewone mozaïekziekte vormt zij de inhoud der volgende bladzijden.

WAARNEMINGEN OVER DE TWEEDE VIRUSZIEKTE IN DE PRACTIJK EN PROEVEN VÓÓR 1942

Er is een tot de bladeren beperkte vorm van de laatstgenoemde ziekte (Pl. II, fig. 5, 6 en 7), die men, wegens de gelijkenis van de haar kenmerkende ringen met

die, welke men ziet op de vleugels van de patrijs, naar die vogel heeft genoemd, en een heviger vorm, waarbij de bladeren krom staan als omgekeerde lepels, veel doode plekken laten zien en barsten; als men ze beweegt, „ratelen" ze; bruingrijze strepen loopen van de bladeren op den stam af (fig. 8 en 9). De tot de bladeren beperkte vorm lijkt op de ziekte, die men in Amerika noemt „ringspot". De sterke vorm doet denken aan de ziekte, die in Frankrijk als „chancre" en in Duitschland als „Mauche" bekend staat.

Uitgaande van de veronderstelling, dat hier meer dan één virusziekte in het spel zou zijn, werd in de voorafgaande jaren getracht elk van deze afzonderlijk door sapoverbrenging te inoculeeren in te Wageningen in een kas groeiende jonge tabaksplanten. Als daarin een ziekte verscheen was het steeds de tot de bladeren beperkte ringvorm, de hevige vorm met strepen op de stam trad niet op.

PROEF IN 1942

In 1942 ben ik begonnen met de tabakscultuur op het op kleigrond gelegen proefterrein van mijn laboratorium. De tuinchef J. ZANDER en een der studenten H. v. d. STAAY hebben zich beijverd de teelt te doen slagen. Er waren door mij in deze cultuur een paar proeven ingevlochten, die antwoord moesten geven op de vraag, waar de „patrijs- en ratelziekte" vandaan komt. Er waren vijf mogelijkheden:

1. *Het zaad*, maar daar was in voorafgaande jaren bij het uitzaaien van practijkzaad niets van waargenomen.
2. *Resten van tabak* uit de droogschuren. Daar bij het fermenteeren de temperatuur tot ± 50 °C oploopt, kunnen viren daarin blijven bestaan. Men weet dit althans van het mozaïekvirus, dat pas bij 88 °C ontleed wordt.
3. *De zaaibedden.* Deze worden jaar in jaar uit op dezelfde grond aangelegd. Het was mij in de practijk opgevallen, dat „patrijs" en „ratel" dikwijls voorkomen op de bedden in planten, die daar in de zomer zijn blijven staan. Veelal echter worden de zaaibedden geheel ontruimd en in de zomer voor gewassen als andijvie gebruikt.
4. *De velden.* Het schijnt mogelijk, dat de viren overblijven in de wegrottende tabaksresten. Of zijn er wel eens tabaksstronken, die na de winter weer met zijspruiten uitloopen? Dit zou een zeer belangrijke infectiebron zijn wegens het vrijwel geheel ontbreken van vruchtwisseling bij de tabaksbouw.
5. *Cultuurplanten en onkruiden*, al of niet tot de Solanaceeën behoorende.

Daar het zaad niet in aanmerking kwam en daar de practijkvelden zich niet in een proef te Wageningen lieten opnemen, daar verder de invloed der nabijheid van viruszieke aardappels, boonen en lupine ook zonder opzettelijke proefneming kon worden nagegaan, want deze ziekten komen op mijn proefterrein in de nabijheid van het tabaksproefveldje voor, werden slechts de mogelijkheden 2 en 3 aan een onderzoek onderworpen. De proef bestond dus uit de volgende drie objecten:

a. Tabak zaaien in met stoom tot minstens 90 °C verhitte grond, verspenen in evenzoo behandelde grond, uitplanten op de klei van het proefterrein van mijn laboratorium, waar niet eerder tabak was verbouwd. Alle bewerkingen uitvoeren met gewasschen handen.

b. Tabak zaaien in evenzoo gestoomde grond, verspenen in dito grond, uitplanten op een ander perceel van hetzelfde terrein. Alle bewerkingen uitvoeren met handen, die van te voren hadden gewroet in tabaksresten uit de fermenteerinrichting te Druten.

c. Tabak zaaien in grond uit Druten, waarin jarenlang tabak was opgekweekt. Verspenen in dezelfde grond; uitplanten op een derde perceel van het meergenoemde terrein. Alle bewerkingen uitvoeren met gewasschen handen.

Als soort werd gebruikt Maas-Waalsche Manilla no. 25. Het zaaien had plaats in aarden bakjes, die waren geplaatst in een slechts door de zon verwarmde kas, half April. In de zaailingen der objecten *a* en *b* kwam geen ziekte voor. In *c* smeulden vele plantjes weg tengevolge van aantasting door kiemschimmels, terwijl er ook nematoden zonder mondstekel in gevonden werden. Sommige der aangetaste plantjes herstelden zich, maar bleven achter bij die van *a* en *b*. Het verspenen had plaats begin Mei. Enkele plantjes van *c* vertoonden voor het uitplanten het eerste patrijssymptoom, nl. een donkere lijn om de hoofdnerf en basis der zijnerven van een der blaadjes. Deze lijn doet denken aan de omtrek van een eikenblad („oak leaf pattern"). Verder zijn er op de uitgegroeide verspeende planten wel enkele gevonden met ringetjes, samengesteld uit necrotische weefselplekjes; dit doet ook denken aan een van de symptomen der patrijs- of ratelziekte. Een van de plantjes met het eikenloofsymptoom is op Pl. I, fig. 2 met twee pijlen aangegeven. Iets meer naar boven in dezelfde photo ziet men nog een plantje met het eikenbladsymptoom.

Het uitplanten had plaats half Mei. De drie perceelen waren gescheiden door een paar rijen mais en omgeven door stokboonen. Op elk der perceelen stonden 100 planten, een veelvoud daarvan of een rond getal daartusschen.

Ten Westen van dit proefveld waren, ervan gescheiden door een boonenhaag, nog eenige honderdtallen tabaksplanten geplaatst, die waren opgekweekt in gestoomde grond en behandeld met gewasschen handen. Wij zullen deze groep van planten met *d* aanduiden. Zij deden dienst als „vangplanten".

Bemesting had plaats met ASF-korrels 10.10.25, welwillend voor dit doel ter beschikking gesteld door de Amsterdamsche Superphosphaatfabriek. De proef had de volgende uitslag.

a. alle planten bleven op dit perceel tot in September gezond.

b. begin Juni begon zich hier de mozaïekziekte te toonen; het aantal er door aangetaste planten liep in die maand op tot 8, in Juli tot 13 pct. De planten stonden onregelmatig verspreid tusschen de gezonde. In Augustus liep het percentage op tot 17. Na het oogsten van het zandgoed kwamen er nog zieke planten bij.

c. ongeveer tegelijkertijd en in iets mindere mate dan de mozaïekziekte op *b*, begon zich in perceel *c* de patrijs- en ratelziekte te vertoonen, eerst in zwakke, daarna in heviger vorm. Ook deze zieke planten stonden onregelmatig verspreid tusschen de gezonde. Het percentage liep in Juni op tot 4, in Juli tot 7, in Augustus tot 10; de laatst aangetaste planten bleven zwak ziek.

d. in Augustus begonnen zich in de bladeren van een aantal randplanten wat bleeke plekken te vertoonen. Bij een der eerste „vangplanten" van *d*, die men bereikte door van het perceeltje *c* door de boonenhaag naar *d* over te stappen, ging dit verschijnsel in September lijken op het zwakke begin van de in *c* voorkomende ziekte. Of er ook een virus uit de boonen, lupine of aardappelen bij is gekomen, is voorloopig onbeslist.

Uit de proef kan men besluiten, dat het mozaïekvirus gedurende de winter in rook- en pruimtabak overblijft en dat rookers en pruimers het na den winter met de handen in de zaai- en verspeenbedden en de nieuwe aanplant brengen. Verder kan men eruit besluiten, dat de patrijs- en ratelziekte overwintert in de zaaibedden en wellicht ook op de velden. Of het virus dezer ziekte ook in

tabaksstronken overblijft? Het was reeds bekend, dat de mozaïekziekte in de stronken en afgestorven plantenresten overwintert (zie volgend hoofdstuk). Dat de patrijs- en ratelziekte bij het loopen van *c* naar *d* onbewust is overgebracht is niet onwaarschijnlijk.

Lang niet alle vragen, die men met betrekking tot deze laatste ziekte kan stellen zijn door deze proef opgelost. Wij behoeven op beantwoording dezer vragen niet te wachten, maar kunnen reeds nu de aandacht vestigen op de wenschelijkheid om drie middelen ter voorkoming en bestrijding van beide ziekten in de practijk ingang te doen vinden: 1e Het wasschen der handen voor met werk in de tabakscultuur begonnen wordt en nadat zieke planten zijn aangeraakt, 2e het ontsmetten der zaaibedden, 3e het gebruik van nieuwe velden. In de twee volgende hoofdstukken willen wij meer systematisch mededeelen, wat van de beide virusziekten thans bekend is.

DE MOZAÏEKZIEKTE

Deze ziekte werd het eerst in Nederland door ADOLF MAYER (1886) waargenomen en bestudeerd. Daarna verschenen er mededeelingen over in andere landen, waar tabak verbouwd wordt: Zuid-Rusland, Amerika, Oost-Indië en Japan. Uit de verschenen publicaties blijkt, dat zij algemeen verspreid is en meer dan andere later ontdekte virusziekten in gekweekte tabak voorkomt. Zij is het klassieke object voor de studie der virusziekten; het virus, dat haar veroorzaakt, is het eerste, waarvan men na veel zoeken de ware aard heeft kunnen vaststellen. Hier zal deze ziekte behandeld worden voor zoover zij voor de tabakscultuur in Nederland van beteekenis is, terwijl enkele der uit wetenschappelijk oogpunt belangrijkste vondsten daarbij zullen worden gememoreerd.

SYMPTOMEN EN GEVOLGEN

Wanneer de jonge tabaksplanten na het uitpoten op het veld een krachtig groeiende rozet gevormd hebben, ontdekt men er hier en daar enkele onder, waarbij eenige bleeke vlekjes en verbleeken der nerven in de pas ontplooide bladeren waar te nemen zijn. Soms staan de zieke planten in rijen, hetgeen er op wijst, dat besmetting al voor het uitplanten heeft plaats gehad en bij de aanraking is verspreid. Het meest opvallend zijn de lichte vlekken in de jonge hartblaadjes, die bovendien wat onregelmatig, meestal met de randen en de top naar beneden, gebogen zijn. De lichte vlekken breiden zich uit als het blad groeit; andere plekken van deze blaadjes worden donker en glanzend groen, vandaar de naam mozaïekziekte. Daar de donkere plekken sneller groeien dan de lichte, welven zij zich een weinig omhoog in het vlak blijvende bleeke gedeelte. Deze donkere eilanden zijn dikwijls doorsneden door een zijnerf of door fijnere nerfvertakkingen (Pl. II, fig. 4). Zij omgeven dan deze nerven als een smalle strook groen weefsel. Het bleeke gedeelte kan zeer in zijn uitbreiding belemmerd zijn, zoodat het blad plaatselijk smaller is (Pl. II, fig. 3). In extreme gevallen is er nog maar een smalle strook weefsel langs de hoofdnerf over. In planten, die al vroeg besmet zijn, neemt men in de lagere bladeren soms bruine necrotische stipjes en vlekjes waar. Als de ziekte zich in kassen ontwikkelt, waar de temperatuur gedurende de nacht minder sterk daalt, blijven deze stipjes van dood weefsel achterwege. Als de stengel zich strekt en de plant haar rozetvorm verliest, toonen de nieuw gevormde bladeren ook mozaïeksymptomen, maar meestal van iets minder uitgesproken karakter. In minder krachtig groeiende planten of planten,

die pas ziek worden als de stengelstrekking heeft plaats gehad, komen slechts zwakke of „gemaskeerde" symptomen te voorschijn. In de roze kleur der bloemkroon van zieke planten is ook wel eens een lichte streping waar te nemen. Soms heeft splijting van de kroon plaats. In heviger gevallen is de bloeiwijze slecht ontwikkeld; de punten der uitschuivende bloemdeelen sterven in; van normale bloei en zaadvorming is dan geen sprake. Nieuwe ziektegevallen treden op als de tabak „getopt" is en als het „zandgoed" is geoogst. In de zijspruiten, die na het toppen uitloopen, komt zij zeer veel voor. Dat de ziekte nu in geheele rijen van planten optreedt, die na elkaar behandeld zijn, wettigt het vermoeden, dat er bij deze behandelingen virusverspreiding heeft plaats gehad. Microscopisch en cytologisch onderzoek leert, dat de bleeke bladgedeelten, voor zoover de bladgroenkorrels betreft, in een primitief ontwikkelingsstadium verkeeren; er zijn meer en kleinere vacuolen dan in het gezonde blad (DUFRÉNOY, 1929). In de cellen treden amorphe lichaampjes (x-bodies) en kristallen op, die men in het gezonde blad niet vindt. Met de geringe hoeveelheid chlorophyl gaat in de bleeke gedeelten der bladeren een geringe vorming van koolhydraat gepaard. Het vroege stadium der infectie, dat door bleeke vlekjes in de geïnoculeerde bladeren en verbleeking der nerven gekenmerkt is, wordt volgens HOLMES (1931), tevens gekenmerkt door een verhindering van de zetmeelafvoer in deze gedeelten. SILBERSCHMIDT (1930) heeft aangetoond, dat het nicotinegehalte van mozaïekzieke tabak hooger is dan dat van gezonde. De zieke planten blijven in groei achter en de opbrengst en de kwaliteit van de tabak worden door de mozaïekziekte zeer verminderd.

ZIEKTEOORZAAK EN INFECTIEBRONNEN

Met het zaad wordt het virus niet overgebracht. Wel kan het met versch tomatenzaad tot een gering percentage worden overgebracht. Wanneer het virus b.v. door met sap van zieke planten te wrijven, in een der onderste bladeren eener gezonde plant wordt gebracht, reageert dit maar heel zwak met locale symptomen, maar na een dag of tien reageeren de topblaadjes met „spreidsymptomen". De besmetting kan ook tot stand worden gebracht door te wrijven met sap van zieke planten, dat door filters van ongeglazuurd porcelein is geperst. Bacteriën worden door zulke filters tegengehouden; de veel kleinere deeltjes van het virus niet. Men heeft door middel van de methode der eiwitchemie uit het sap van zieke planten een eiwitachtige stof afgescheiden; dit is het virus in vrij zuivere vorm (STANLEY, 1937, v. KOOT, 1940). Als gevolg van het wrijven met virusoplossing of virushoudend sap worden de haren der tabaksplant gekneusd en door de barsten in de wand dezer haren bereikt het virus de protoplasten der cellen. Bij diepere verwondingen, waarbij vele protoplasten beschadigd worden, is de kans op besmetting iets minder groot. Het virus verspreidt zich door de plasmodesmen van protoplast tot protoplast. Zijn eenmaal de zeefvaten bereikt, dan gaat de verspreiding snel, volgens SAMUEL (1934) wordt 3 cm per uur afgelegd in snelgroeiende tabak en tomaat. Dientengevolge worden de groeipunten van wortel en stengel eerder bereikt dan zijwaarts gelegen deelen of bladeren, die ten opzichte van de geïnoculeerde dichtbij staan. Tenslotte kan het virus worden aangetoond in alle boven- en ondergrondsche deelen van de plant, maar niet in de zaadkern, wel in de zaadhuid. Wortelinoculatie van tabak met dit virus, of van tomaat met het verwante virus der strepenziekte heeft geen infectie tengevolge (VAN KOOT, 1939). De verspreiding van het virus in de plant gaat met sterke vermeerdering gepaard. Het virus kan in droge tabak ook na de fermentatie, waarbij

de temperatuur ± 50 °C bedraagt, vele jaren blijven bestaan. Het wordt in uitgeperst sap bij ± 88 °C in 10 minuten ontleed. Bij de rottingsprocessen, die de tabaksresten in de grond ondergaan, wordt het langzaam vernietigd. Droge tabaksresten, die op de kweekbedden en het veld terecht komen, kunnen een bron van besmetting vormen, zoo ook tabaksstronken, die in weinig strenge winters in den grond achterblijven(?) en die met zijspruiten uitloopen. Met de handen van de gebruikers van rook en pruimtabak wordt het virus bij het verspenen en verplanten in de planten gebracht. Dit is een zeer belangrijke besmettingsfactor zooals uit de in het vorig hoofdstuk beschreven proef blijkt (zie ook VALLEAU en JOHNSON, 1927). Men heeft niet kunnen aantoonen, dat insecten het virus van tabak op tabak overbrengen. Wel kan het volgens HOGGAN (1934) in geringe mate door enkele bladluissoorten van tomaat op andere Solanaceae worden overgebracht. Van het virus der tabaksmozaïekziekte bestaan rassen, die afzonderlijk of gemengd in de zieke planten voorkomen. Zij komen in hun belangrijkste eigenschappen overeen en hun verwantschap is langs premunologischen en serologischen weg aan te toonen (QUANJER, 1942 van Slogteren 1943). Zoo is er b.v. een ras, dat geel mozaïek verwekt. Men heeft dit verkregen door te inoculeeren met het sap van in de mozaïekzieke bladeren optredende gele plekjes, die zorgvuldig werden uitgeknipt (THUNG, 1931). Nog vele andere rassen zijn in Noord-Amerika en Nederlandsch-Indië beschreven. Zoo is b.v. ook het virus van de streepziekte der tomaat (VAN KOOT, 1940) zeer verwant met het tabaksmozaïekvirus.

VATBAARHEID EN WAARDPLANTEN

In Zuid-Amerika is een tegen mozaïekziekte vrij onvatbaar tabaksras ontdekt (NOLLA, GUGGENHEIMER en ROGUE, 1933), nl. het ras Ambalema.

De soorten van het geslacht Nicotiana gedragen zich ten opzichte van het virus verschillend. Geelbloeiende of boerentabak, *N. rustica*, reageert met necrose, zoowel in het met virushoudend sap gewreven blad als in de topbladeren; daarbij wordt deze soort zeer kroes in de toppen. In *N. glutinosa* treedt alleen necrose op in de bladeren, die geïnoculeerd zijn, maar niet in de topbladeren. Wanneer men deze soort ent op onderstammen van *N. tabacum* en van deze laatste de bladeren besmet, dan is de toevoer van virus zoo groot, dat de topbladeren van de ent met necrose reageeren (KÖHLER, 1941). Ook hooge temperatuur is bevorderlijk voor het virustransport naar de toppen. Onder de Solanaceae kunnen ook soorten van de geslachten *Lycopersicum*, *Physalis*, *Hyoscyamus*, *Petunia* en *Capsicum* als waardplanten genoemd worden. *Datura* geeft bij infectie slechts locale necrotische symptomen te zien. Sommige Amerikaansche rassen van *Solanum tuberosum* reageeren eveneens met necrose (BLODGETT, 1927) en zonder spreidsymptomen, hetgeen op resistentie wijst. Bij een der rassen werd waargenomen, dat in zeer warme omgeving zich mozaïek in de topbladeren ontwikkelde. Wanneer omgekeerd van deze Amerikaansche rassen, die vóór de besmetting met het tabaksvirus reeds „carrier" van een of meer x-viren waren, sap werd teruggebracht op tabak, ontwikkelde zich hierop een complexe ziekte, waarbij behalve de mozaïeksymptomen veel necrose op de nerven en stengel optreedt (JOHNSON, 1925, QUANJER, 1933). In ons land komt zulk een complexe ziekte slechts betrekkelijk zelden voor. Voor de volledigheid dient vermeld te worden, dat tabak op aardappel-x-viren alléén met verspreid staande vlekjes reageert. Onder onkruiden, die het tabaksmozaïekvirus kunnen herbergen, dient *Solanum nigrum* te worden

genoemd; deze tweejarige plant reageert erop met zwak mozaïek. Buiten de Solanaceae zijn er ook planten, die hetzij met locale of met spreidsymptomen op het tabaksmozaïekvirus reageeren; slechts enkele worden hier genoemd. Spinazie reageert met spreidsymptomen, maar dit is niet de gewone mozaïekziekte van spinazie (ROLAND, 1937); in *Phaseolus vulgaris* ontstaan slechts necrotische vlekken op het geïnoculeerde blad, die op resistentie wijzen.

FACTOREN, DIE INVLOED HEBBEN OP DE ONTWIKKELING DER ZIEKTE

In krachtig groeiende planten bedraagt de incubatieperiode ruim een week; in zwak groeiende planten kan zij drie maal zoo lang duren. Wanneer tabak groeit bij 35 tot 37 °C, ontwikkelen zich slechts zeer zwakke symptomen in het pas gevormde blad. Daar het virus wel er in aanwezig is, kan men van maskeering spreken. Wanneer sterk zieke planten lang genoeg op deze temperatuur worden gehouden, blijkt het virus verandering te ondergaan; bij overenting doet het slechts zeer zwakke symptomen ontstaan (HOLMES, 1934). Men zou deze „masked strain" kunnen gebruiken tot het premuniseeren van tabak of tomaat, wanneer zij niet nu en dan terugslag tot het gewone mozaïekvirus vertoonde. De tomaat reageert in de winter met zwak mozaïek en vrij veel versmalling van het blad („fernleaf" of varenbladsymptoom), in den zomer komt het mozaïek meer dan de misvorming tot uiting. Reeds boven werd vermeld, dat mozaïekziekte op het vrije veld met veel meer necrose gepaard gaat, dan in kassen, waar de temperatuur 's nachts minder sterk daalt. In koude voorzomers krijgt zij een ernstiger karakter dan in voorzomers met gelijkmatige warme weersgesteldheid.

VOORKOMING EN BESTRIJDING

Men vermijde voor het zaaien, verspenen en beplanten grond te gebruiken, waarin tabaksstronken of -resten van het vorig jaar voorkomen. Het gebruik van gestoomde of gekookte grond voor het opkweeken der jonge planten verdient aanbeveling ter voorkoming van beide tabaksvirusziekten en van aantasting der kiemplanten door Pythium sp. en andere kiemschimmels, terwijl bovendien onkruidzaden, stengelaaltjes, zaad van het „hennepvuur" en sclerotiën door deze bewerking vernietigd worden. Men verwijdere de stronken der geoogste planten uit de zaaibedden en van het veld zoo volledig mogelijk, niet alleen met het oog op de virusziekten, maar ook met het oog op het sclerotiënrot. Men vermijde resten van tabak op de teelaarde te brengen. Gebruikers van rook en pruimtabak brengen door aanraking met de handen het gewas in gevaar. Aangeraden moet worden aan hen, die werk in de cultuur verrichten, het gebruik van een oplossing van trinatriumphosphaat in water (VAN DER WEY, 1938). Men make door even op te koken een voorraadsoplossing van 1 kg van eerstgenoemde stof en 0,5 kg zachte zeep in 2½ liter water. Elke hoeveelheid van deze oplossing moet voor het gebruik met de viervoudige hoeveelheid water verdund worden. Deze gebruiksvloeistof werkt niet op de huid in, zooals sodaoplossingen wel eenigszins doen. Men kan met deze desinfecteerende oplossing ook het hout en de ramen der bakken schoonmaken. Gebruikers van tabak moeten voor de tabak te verspenen, te verplanten, te toppen of te oogsten even de handen er in wasschen; om de handen af te spoelen dient er naast iedere pot met phosphaat-zeepoplossing een emmertje water te staan. Na het verwijderen van zieke planten uit de zaaibedden of van de velden wassche men de handen vóór gezonde planten aan te raken. Zoowel de voorraadsoplossing als de gebruiksvloeistof blijft langen tijd houdbaar; een weinig neerslag, dat er in ontstaat, vermindert de desinfecteerende werking niet.

Het onkruid *Solanum nigrum* kan een bron van infectie zijn voor tabak, een reden te meer om onkruiden in de tabaks- en tomatencultuur te bestrijden.

RING- EN STREEPZIEKTE (PATRIJS- EN RATEL)

Van de tabaksziekten, welke in Europa beschreven en afgebeeld zijn, lijkt die, welke in Duitschland „Mauche" genoemd wordt, wat haar symptomen betreft, het meest op de in het land van Maas en Waal zoo sterk verbreide ziekte. Van de Duitsche ziekte kent men ook een zwakke en een hevige vorm. Nu wij gevonden hebben, dat de patrijs- en ratelziekte van de zaaibedden uitgaat is er een nieuw punt van overeenkomst met de Mauche, waarvan Böning in Beieren hetzelfde heeft gevonden. Hij heeft haar „Streifen- und Kräuselkrankheit" genoemd in een onderzoek, waaraan hier het een en ander zal worden ontleend. Böning meent, dat de op Sumatra en Java voorkomende Rotterdam-B-ziekte (Jochems, 1928) hiermede identiek is, maar dit kon door Ir. v. d. Poel, die deze ziekte evenals de in Nederland voorkomende ziekte kent, toen hij haar op mijn terrein zag, niet worden bevestigd. Aanvankelijk lijkt de hier te beschrijven ziekte op het Amerikaansche „ring-spot", maar bij deze laatste ontbreken de strepen op de stam, welke voor de hier voorkomende zwaar zieke planten karakteristiek zijn. Zij worden althans in de Amerikaansche literatuur niet vermeld. Ook voor een in België (Manil, 1934) en een in Roemenië (Ghimpu, 1932) voorkomende ziekte vindt men deze strepen niet als typisch vermeld, wel voor de door Delacroix (1906) in Frankrijk als „chancre" beschreven tabaksziekte. Wat de symptomen betreft, lijken deze ziekten op de hier behandelde. Voor de in Nederland voorkomende ziekte heeft de practijk namen bedacht; zou er een naam voor moeten worden gekozen, die uit de symptomen is afgeleid, dan zou ik voorslaan „ring- en streepziekte".

SYMPTOMEN EN GEVOLGEN

Ook Böning heeft in de plantjes der zaai- en verspeenbedden er enkele gevonden met symptomen dezer ziekte en hij heeft voor zij afstierven door sapoverbrenging kunnen aantoonen, dat zij aan Mauche leden.

Na de uitplanting beginnen zich in de planten, die van besmette zaaibedden afkomstig zijn, hier en daar ziektesymptomen te vertoonen. Lichtgroene cirkeltjes op de bladeren zijn meestal het eerste kenmerk. Men vindt ze op de middelste bladeren, niet op de allerjongste. Soms zijn ze slechts op de bladeren aan een kant van de plant te vinden. Als het erger wordt steken de cirkeltjes scherper af; zij omgeven nog groen weefsel, maar van de cirkeltjes zelf sterft over een deel van den omtrek het weefsel af. Nu ziet men gele en bruine lijnen, in den vorm van cirkeltjes of cirkelbogen, die in elkaar grijpen tot gekartelde lijnen en die op korten afstand de nerven volgen (patrijs). Ook het reeds eerder genoemde eikenbladsymptoom is een uit cirkelbogen samengestelde necrotische lijn. Binnen zulke cirkeltjes en in samenhang met de gekartelde lijnen ontstaan ook plekjes en plekken van dood weefsel. Soms komen zulke doode plekjes vooral aan de basis van het blad voor (Pl. II, fig. 5). Zij zijn rond of door naar buiten gekeerde cirkelbogen omgeven en dan grillig van vorm. Intusschen groeit het groene, nog gave weefsel meer dan de bladrand. Er ontstaan bultige bladeren, die barsten langs de nerven, waar de necrotische lijnen zich bevinden (fig. 7). Zulke bladeren nemen den vorm aan van een omgekeerde lepel. Nog een symptoom komt hierbij om het hevige ziektebeeld te doen ontstaan, dat de practijk

fig. 1

fig. 2

Photo's van J. Boekhorst

fig. 3

fig. 4

fig. 5

fig. 6

fig. 7

Photo's van J. Boekhorst

fig. 8

fig. 9

fig. 10

Photo's van J. Boekhorst

ratel noemt. In vele zieke planten ziet men nl. in de nerven zoowel van boven als van onderen donkere streepjes of langgerekte vlekjes vlak onder de oppervlakte (zie hoofdnerf, fig. 6). Zij zijn eerst van een donkerder groen, maar worden spoedig grijs-bruin met donkerder rand en vereenigen zich tot afgebroken of doorloopende strepen (Pl. III, fig. 8). Sommige van die strepen loopen af langs den stam. De smallere steken soms als een lijstje iets boven de oppervlakte uit, de breedere zijn in het midden ingezonken. Veelal loopen er enkele van die strepen naast elkaar (fig. 8). Necrotische streepjes zijn door Böning ook op de steel der bloeiwijze, de afzonderlijke bloemstelen, de kelkbladjes, bloemkronen, meeldraden en vruchtwanden aangetroffen. Ik zag dit o.a. bij afstammelingen uit een kruising op het terrein van het Laboratorium voor Erfelijkheidsleer te Wageningen. Men zal deze strepen op de stam niet licht verwarren met de in hun geheel ingezonken vlekken, die zich van de bladoksels uit met concentrische ringen naar boven, beneden en in de breedte uitbreiden, zoodat zij den geheelen stam doen doorrotten. In de door dit „sclerotiënrot" aangetaste stam puilen de eerste witte, later zwarte proppen eener Sclerotinia naar buiten (fig. 10). De veel smallere strepen der virusziekte zijn lang vrij van schimmel en bacteriegroei. Als men de stam in dit stadium der ziekte doorsnijdt, blijkt niet alleen in de schors, maar ook in het merg necrotisch weefsel in lange tot de stambasis te vervolgen, soms onderbroken strooken voor te komen (fig. 9). Dit bruine weefsel blijft droog; om de doode celgroepen heeft zich hier en daar kurkweefsel met sterke vermeerdering van cellen gevormd, hetgeen het ontstaan der oppervlakkige lijstjes verklaart. Het komt voor, dat een streep, die van de hoofdnerf van een blad naar beneden loopt zich splitst bij een loodrecht daaronder staand blad, zoodat er twee smallere strepen ontstaan, die de oksel van dit blad vrijlaten. De okselknop kan dan uitloopen; de zijspruit, die daaruit voortkomt, steekt gezond af bij de zieke plant, maar er zijn ook zijspruiten, die niet ontsnappen aan een zwakke of zelfs aan de hevigste vorm der ziekte. Tijdens de bloeiperiode vindt men alle vormen der ziekte op het veld; planten met flauwe ringen, die er doorheen schijnen te groeien, andere met sterk uitgesproken ringen en gekartelde lijnen, met weinig en met veel dood weefsel in de bladeren en op de stam afloopende strepen. Dat dit alle verschijnselen van één ziekte zijn is niet bewezen, maar dat ik ze alle uit besmette grond uit Druten heb zien voortkomen, geeft mij aanleiding ze als één ziekte te beschouwen.

De aangetaste planten brengen bros blad voort, dat afbrokkelt bij de bewerking; het komt bij de „lompen" terecht; de zwaar zieke planten zijn geheel waardeloos.

ZIEKTEOORZAAK EN BESMETTINGSBRONNEN

Met het zaad werd dit tabaksvirus noch in de door Böning, noch in de te Wageningen genomen proeven overgebracht. Als zaadovergang voorkomt, moet die zoo gering zijn, dat zij geen rol speelt. Dat uit de zieke planten geen organismen kunnen worden gekweekt en dat de symptomen zich zoo sterk in de plant verspreiden, wijst er reeds op, dat wij met een virusziekte te maken hebben. Bevestigd wordt dit door het feit, dat de ziekte zich met sap laat overbrengen. Men perst sap uit zieke planten en wrijft van krachtig groeiende jonge gezonde planten een der onderste bladeren door middel van een ruw geslepen glazen spateltje hiermee in. Reeds na een week, bij minder krachtig groeiende planten na twee of drie weken, komen spreidsymptomen in de middelste bladeren, niet in de jongste, te voorschijn. Als de planten in de kassen zijn besmet en als zij daar zijn blijven

staan, blijft het bij kringetjes met beperkte necrose in de geïnoculeerde en enkele hooger staande bladeren. In de toppen groeien de planten aanvankelijk zonder symptomen voort. Böning zag als gevolg van in de buitenlucht uitgevoerde inoculaties ook de sterker necrotische vormen der ziekte verschijnen. Wanneer de te Wageningen in de kas geïnfecteerde planten, nadat de middelste bladeren het ringsymptoom hadden gekregen, buiten werden gezet, werden deze bladeren geel en stierven af, maar later traden zwakke ratelsymptomen in nieuw gevormd blad te voorschijn. Böning heeft ook inoculaties verricht met sap, dat door filters was geperst, fijn genoeg om bacteriën tegen te houden, maar verkreeg daar geen resultaat mee. Hieruit mag men niet de gevolgtrekking maken, dat de ziekte door een bacterie en niet door een virus wordt teweeggebracht. Want onder de viren, die plantenziekten veroorzaken, zijn er sommige, die wel, andere die niet zulke filters kunnen passeeren. Het virus der Amerikaansche „ringspot" b.v. wordt tegengehouden door de fijnere filters van infusoriënaarde, welke het virus der mozaïekziekte doorlaten (Priode, 1928). Het ringspotvirus wordt ontleed in 10 minuten bij een temperatuur van 70 °C (Henderson en Wingard, 1931). Van het te Wageningen uit de zieke planten geperste sap is bij een voorloopige proef gebleken, dat het, na 10 minuten op 70 °C gehouden te zijn, nog wel, na evenlang op 80 °C gehouden te zijn niet meer pathogeen is. Verder heeft men nog in Amerika gevonden, dat het ringspot-virus in droge tabak niet of maar zeer kort bewaard blijft. In ouder wordende tabaksplanten verdwijnen de symptomen van ring-spot nagenoeg; in stekken van deze planten ziet men ze ook niet, terwijl het virus er toch in blijft bestaan. Nader onderzocht moet worden of het patrijs en ratelvirus, evenals het mozaïekvirus, slechts als het in de bovengrondsche deelen geïnoculeerd wordt, infectie kan tot stand brengen. Dat de ziekte pas zoo laat te voorschijn kan komen in op besmette zaaibedden gezaaide planten, zou aan infectie kunnen worden toegeschreven, die via de wortels plaats heeft.

VATBAARHEID EN WAARDPLANTEN

De rassen en selecties van tabak, die in de proeftuin van den Heer G. Jansen te Leeuwen verbouwd worden, zijn alle vatbaar; ook het ras Hoffmann, dat men in Utrecht teelt. Ook alle door Böning beproefde rassen van tabak bleken vatbaar voor Mauche, nl. Geudentheimer, Amersfoorter, Ameronger, Hongaarsche, Macedonische, Virginische, Havanna, Semois, Belgische, Maryland, Connecticut broadleaf en Goundie. Behalve *Nicotiana tabacum* zijn ook de soorten *N. macrophylla* en *N. rustica* vatbaar. Böning's inoculatieproeven op tomaat en aardappel bleven zonder resultaat. Wat het Amerikaansche ringspot betreft, hiervan hebben Henderson en Wingard aangetoond, dat het in de natuur ook voorkomt in doornappel en meloen. Viren, die bijna dezelfde symptomen (iets zwakker) op tabak kunnen teweegbrengen, kwamen voor in honingklaver, pompoen en Petunia. Terwijl dit virus volgens hen niet met tabakszaad wordt overgebracht, gaat het wel over met het zaad van *Petunia violacea*.

FACTOREN, DIE INVLOED HEBBEN OP DE HEVIGHEID DER ZIEKTE

Volgens Delacroix zouden in vochtige jaren zoowel de symptomen op de bladeren als de strepen op de stengel te voorschijn komen; in droge jaren zouden de laatste niet tot ontwikkeling komen. In het land van Maas en Waal trad in de droge zomer van 1941 deze ziekte minder op de voorgrond dan in

de vochtige zomer van 1942. Dit verschil is zoo sterk dat sommige tabaksboeren de ziekte aan koud en regenachtig weer toeschrijven.

VOORKOMING EN BESTRIJDING

Nu is aangetoond, dat de eerste besmetting uit kan gaan van de zaaibedden en dat de ziekte in nog gezond schijnende planten, dus in de incubatieperiode, van deze bedden naar de velden kan overgebracht worden, ligt het voor de hand, dat proeven moeten worden genomen met behandeling van de grond der zaaibedden en van de composthoopen. Verder moet worden aangeraden de op het veld verschijnende zieke planten zoo spoedig mogelijk te verbranden en, vóór men weer gezonde planten aanraakt, de handen te wasschen met de reeds in het vorig hoofdstuk genoemde oplossing van trinatriumphosphaat en zeep. Ook moet meer vruchtwisseling in de tabakscultuur worden ingevoerd, dan tegenwoordig gebruikelijk is.

Het stoomen (of koken) van den grond der zaaibedden lijkt onvermijdelijk. Reeds werd gevraagd of men niet volstaan kan met verversching van den grond, maar waar moet men met de besmette grond blijven in de kleine bedrijven in het land van Maas en Waal? Dan wordt gevraagd tot welke temperatuur men de grond der zaaibedden en de composthoopen moet verhitten. De viren, die de hoogste temperatuur voor hun ontleding noodig hebben, zijn die van de mozaïekziekte van de tabak en de streepziekte van de tomaat. Past men een temperatuur toe, die deze viren vernietigt, dan is er ook niets meer over van het patrijs- en ratelvirus. Volgens Ir. VAN KOOT (1939) wordt het tomatenvirus voor 99 % vernietigd, wanneer de grond gedurende een uur op 80 °C wordt gehouden. Er worden nu proeven te Wageningen genomen om meer van de vereischte temperatuur te weten te komen, terwijl er eveneens ontsmettingsproeven in de practijk op het programma staan.

Al de voorzorgen, zooals het wasschen der handen, moeten voor de bestrijding van patrijs en ratel met evenveel nauwgezetheid worden uitgevoerd als voor de mozaïekbestrijding en groote zorg moet worden besteed aan de onkruidbestrijding met het oog op de mogelijkheid van overwinteren van het virus in wilde planten.

TECHNISCHE KANT DER BESTRIJDING

Het vraagstuk der bodemontsmetting is behandeld door den Heer SCHOEVERS (1931). Professor VISSER acht het mogelijk, dat de grond eenige tijd na het stoomen een gelijkmatige temperatuur van 80 °C verkrijgt, welke temperatuur wel een uur behouden blijft. De schimmels, wier aanwezigheid zich als „smeul" verraadt, bleken bij te Wageningen genomen proeven door verwarming met stoom reeds voor een deel bij 60 en 70 °C te zijn vernietigd en geheel te zijn gedood bij 80 °C, wanneer de grond slechts een kwartier die temperatuur had aangenomen. De vraag doet zich voor of men de tabaksstronken niet zou kunnen drogen om ze als brandstof voor de stoomketel te gebruiken. De kalirijke asch dient voor bemesting te worden gebruikt.

De Heer SCHOEVERS acht het voor de kleine tabakstelers in Nederland wenschelijk, dat zij de grond koken. In door hem genomen proeven kon hij aantoonen, dat men in een fornuispot van 100 liter in ongeveer één uur 70 liter grond, die met wat water tot een dikke brei is aangeroerd niet alleen tot kookhitte kan brengen, maar zelfs nog bijna een half uur kan laten koken, totdat een

zich daarin bevindende aardappel gaar is. Op deze wijze kan men ruim 200 liter grond in een ochtend gereed maken, d.i. een laag grond van 2 dm dikte, die door één eenruiter bedekt wordt. Na de bewerking is de grond veel droger en van een niet al te slechte structuur.

TABAKSTEELT OP KLEIGROND

Het zal moeilijk zijn tot geregelde vruchtwisseling te komen in het Land van Maas en Waal, maar wat bereikt men met het ontsmetten der zaaibedden als van de herhaaldelijk met tabak beteelde grond besmetting uitgaat? Waarom keert men steeds met tabak terug op dezelfde grond?

1e. omdat men de tabaksvelden dicht bij het woonhuis, waarvan de zolder als droogschuur dienst doet, wil hebben, — een zeer begrijpelijk argument.

2e. omdat zandgrond spoediger de temperatuur aanneemt, die voor de teelt van dit uit warmer landen afkomstige gewas vereischt is.

3e. omdat men meent, dat de kwaliteit beter is op de zandige plekken, die in dit gebied slechts hier en daar aan de oppervlakte komen.

Met het oog op het tweede argument heb ik voor de teelt te Wageningen de plantjes, die in zaaipannen waren gezaaid laten verspenen, een bewerking, die in de praktijk meestal niet plaats vindt. Verspeende plantjes beschikken over meer licht en kunnen hun wortelstelsel wat krachtiger doen worden dan onverspeende. Bij het uitplanten op de kleigrond is er dan ook geen een verloren gegaan. Wat het derde argument betreft is het van belang hier mee te deelen, dat de qualiteit van de tabak geteeld op de zware kleigrond van mijn proefterrein zeer is meegevallen. De geoogste bladeren werden gefermenteerd te Druten en op qualiteit beoordeeld te Wageningen. Van een groot gedeelte van de oogst werden de bladeren te goed beoordeeld om er pijptabak van te maken; zij waren uitstekend voor omblad en de beste ervan zelfs voor dekblad, ofschoon zij natuurlijk in qualiteit met Sumatratabak niet te vergelijken zijn. Met dit resultaat kan de meening dat men om de qualiteitseischen met de cultuur niet buiten de zandige plekken kan gaan, afdoende weerlegd worden. De qualiteit zal ook de gunstige invloed hebben ondervonden van het feit, dat wij het zaad tot rijpheid hebben laten komen. Het blad krijgt dientengevolge de voor eerste qualiteit gewenschte dunheid. Weliswaar blijven er afgevallen bloemkronen op de bladeren kleven, hetgeen aanleiding geeft tot het overgaan van Botrytis en het ontstaan van schimmelplekken en gaatjes in de te oogsten bladeren, maar dit bezwaar was veel geringer dan ik mij had voorgesteld. Bovendien kan men de afgevallen bloemkronen geregeld verwijderen. Het gaat bij dit kwaliteitsproduct toch in de eerste plaats om het verkrijgen van dun blad. De bladeren met gaatjes komen in een andere sorteering terecht. Het was jammer, dat het oogsten, drogen en sorteeren zooveel werk meebracht, dat het niet meer mogelijk was alles te wegen en in cijfers uit te drukken.

Van het zaad, dat op mijn geïsoleerd proefveld niet aan verbastering was blootgesteld, heeft een gedeelte gediend voor de voorziening van het Land van Maas en Waal; een ander gedeelte voor proeven betreffende de bereiding van olie.

MEDEWERKING

Materiaal, dat ik voor het onderzoek noodig had, werd mij door tabakstelers en den secretaris hunner Vereeniging verschaft, ik breng daarvoor een woord

van dank, inzonderheid aan den Heer G. JANSEN te Leeuwen en den Heer P. J. M. ALBERS te Druten; de tweede heeft bovendien de tabak van mijn proefveld doen fermenteeren, terwijl de Heer J. J. M. VAN STRAELEN, tabaksfabrikant te Wageningen, de qualiteit heeft beoordeeld; ook hiervoor mijn dank.

LITERATUUR

BEYERINCK, M. W., Ueber ein Contagium vivum fluidum als Ursache der Fleckenkrankheit der Tabaksblätter. Verh. Kon. Acad. Wetensch. Amsterdam. Sekt. 2, Dl. VI, no. 5, 1898.

BLODGETT, F. M., Tobacco mosaic on potatoes. Phytopathology XVII, p. 727, 1927.

BÖNING, J., Zur Aetiologie der Streifen- und Kräuselkrankheit des Tabaks. Zeitschr. f. Parasitenkunde III, p. 103, 1931.

DELACROIX, G., Recherches de quelques maladies du tabac en France. Ann. Inst. Agr. Paris. 2 ser., V, p. 141, 1906.

DUFRENOY, J., Les récentes études cytologiques relatives aux maladies à virus. Rev. Path. Comp. et Hyg. Gen. 1929, p. 213, 1929.

———, Carbohydrate variations accompanying the mosaic disease of tobacco. Amer. Journ. Bot. XVIII, p. 328, 1931.

FENNE, S. B., Field studies on the ring-spot disease of Burley tobacco in Washington Country, Virginia. Phytopathology XXI, p. 891, 1931.

GHIMPU, V., Les maladies à virus du tabac. Bul. cult. ferm. Tutunului XXL, 2, 1932.

HENDERSON, R. G. en WINGARD, S. A., Further studies on tobacco ring-spot in Virginia. Journ. Agr. Res. XLIII, p. 191, 1931.

HOGGAN, I. A., The peach aphid (Myzus persicae Schulze) as a agent in virus-transmission. Phytopathology XIX, p. 109, 1929.

———, Transmissibility by aphids of the tobacco mosaic virus from different hosts. Journ. Agr. Res. XLIX, p. 1135, 1934.

HOLMES, F. C. Local lesions of mosaic in Nicotiana tabacum L. Contr. Boyce Thompson Inst. III, p. 163, 1931.

———, A masked strain of tobacco mosaic virus. Phytopathology XXIV, p. 845, 1934.

IWANOWSKI, D., Ueber die Mosaikkrankheit der Tabakspflanze. Zeitschr. f. Pfl. krankh. XIII, p. 1, 1903.

JOCHEMS, S. C. J., Een nieuwe virusziekte van Deli-tabak, de Rotterdam B-ziekte. Bull. XXVI, Deli Proefst., 1928.

JOHNSON, J., Transmission of viruses from apparently healthy potatoes. Wisc. Agr. Exp. St. Res. Bul. 63, 1925.

KÖHLER, E., Ueber die Resistenzeigenschaften von Nicotiana glutinosa gegenüber dem Tabaksmosaikvirus. Zeitschr. Pflanzenk. LI, p. 445, 1941.

KOOT, Y. VAN, De belangrijkste virusziekten van de tomaat in Nederland. Med. Tuinb. voorl. Dienst X, 1939.

———, Viruszuivering en wat zij ons leert omtrent den aard van het virus. Tijdschr. o. Plantenz. XLVI, p. 97, 1940.

KOTTE, W., Die durch Tylenchus dipsaci KÜHN verursachten „Umfallerkrankheit" des Tabaks. Z. Pfl.kr. LIII, p. 37, 1943.

MANIL, P., Note sur les nécroses foliaires du tabac dans les cultures de la vallée de la Semois. Bull. Inst. Agr. et St. de Rech. Gembloux III, p. 367, 1934.

MAYER, A., Ueber die Mosaikkrankheit des Tabaks. Landw. Vers. St. XXXII, p. 450, 1886.

McMURTREY J. E. Jr., Effects of mosaic disease on yield and quality of tobacco. Journ. Agr. Res. XXXVIII, p. 257, 1929.

NOLLA, J. A. B., GUGGENHEIM, J. G. & ROQUE, A., A variety of tobacco resistant to ordinary tobacco mosaic. Journ. Dept. Agr. Puerto Rico XVII, p. 301, 1933.

POETEREN, N. VAN, Het hennepvuur. Tijdschr. o. Plantenz. XXIII, p. 1, 1917.

PRIODE, C. N., Further studies in the ring-spot disease of tobacco. Amer. Journ. Bot. XV, p. 88, 1928.

QUANJER, H. M., Ueber eine komplexe Viruskrankheit des Tabaks. Phytopath. Zeitschr. VI, p. 325, 1933.

———, Nieuwe inzichten in den aard der voor planten pathogene viren. Tijdschr. o. Plantenz. XLV, p. 42, 1939.

———, Phytopathologische terminologie met speciale bespreking van de begrippen premuniteit en antistoffen. Tijdschr. o. Plantenz. XLVIII, p. 1, 1942.

ROLAND, G., Bijdrage tot de kennis der virusziekten van de spinazie. Tijdschr. o. Plantenz. XLV, p. 1, 1939.

SAMUEL, G., The movement of tobacco mosaic virus within the plant. Ann. Appl. Biol. XXL, p. 90, 1934.

SCHOEVERS, T. A. C., Het stengelaaltje als tabaksvijand. Tijdschr. o. Plantenz. XXIII. p. 167. 1917.

———, Grondontsmetting. Versl. Med. Plantenz. Dienst LXIII, 1931.

SILBERSCHMIDT, K., Der Einflusz der Mosaikkrankheit auf der Nikotingehalt der Tabakpflanze. Ber. Deutsch. Bot. Gesell. XLVIII, p. 122, 1930.

SLITS, H. J. A., De teelt van tabak. Med. Tuinb. voorl. Dienst XXVIII, 1942.

SLOGTEREN E. VAN, De beteekenis van de Serologie voor het virusonderzoek Tijdschr. over Plantenz. IL. p. 1. 1943.

STANLEY, W. M., Cristalline tobacco-mosaic virus protein. Amer. Journ. Bot. XXIV, p. 59, 1937.

THUNG, T. H., Smetstof en plantencel bij enkele virusziekten van de tabaksplant. Hand. VI Ned. Ind. Natuurw. Congres, p. 450, 1931. Zie ook Tijdschr. o. Plantenziekten, XLIII, p. 11, 1937.

VALLEAU, W. D. & JOHNSON, E. M., Commercial tobaccos and cured leaf as a source of mosaic disease in tobacco. Phytopathology XVII, p. 513, 1927.

WEY, H. G. VAN DER, Desinfectie der handen als bestrijdingsmiddel van tabaksmozaïek. Deli Proefst. Vlugschr. 63, 1938.

WINGARD, S. A., Hosts and symptoms of ringspot. Journ. Agr. Res. XXXVII, p. 127, 1928.

VERKLARING DER FIGUREN

Plaat I.

Fig. 1. Planten, die in gestoomde grond gezaaid en daarna verspeend zijn.
„ 2. Planten, die in grond uit Druten gezaaid en daarna verspeend zijn. In de tweede rij van links iets onder het midden ziet men de bruine lijn om hoofdnerf en basis der zijnerven, die kenmerkend is voor de ring- en streepziekte in jonge plantjes.

Plaat II.

„ 3. Blad eener plant, die na het uitpoten mozaiekziek is geworden.
„ 4. Een der hoogste bladeren dezer mozaiekzieke plant.
„ 5. Blad eener plant, die na het uitpoten ring- en streepziek is geworden.
„ 6. Hooger geplaatst blad dezer plant; de necrose is ook reeds op de hoofdnerf zichtbaar.
„ 7. Nog hooger geplaatst blad dezer plant. De rand en punt naar beneden gebogen. Langs de necrotische lijnen, die naast de nerven loopen, gaat het blad scheuren.

Plaat III.

„ 8. Hevig aan ring- en streepziekte lijdende plant; evenals die, waaraan de vorige 3 figuren ontleend zijn, is deze plant besmet op het zaaibed. Men ziet de scheuren in de bovenste bladeren en de streepvormige vlekken op de stam. De meeste zijscheuten zien er nog gezond uit.
„ 9. Dezelfde plant als van fig. 8 in de lengte gespleten. Zwartbruine vlekken in het merg.
„ 10. Door sclerotiënrot aangetaste plant. De rotting breidt zich van het blad met concentrische ringen uit in de stam. Rechts onder twee naar buiten barstende sclerotiën.

ENKELE ONDERZOEKINGEN BETREFFENDE DE FUSARIUM-ZIEKTE BIJ DE KOMKOMMER

DOOR

Ir. Y. van Koot

INHOUD

I. De pathogeniteit van verschillende Fusarium-stammen op komkommers, meloenen en boonen 52
Inleiding 52
Methode van onderzoek 54
De pathogeniteit van de Fusarium-stammen 55
De vatbaarheid van verschillende soorten komkommers, meloenen en boonen voor Fusarium 57
Antagonistische werking tusschen verschillende Fusarium-stammen . . 60
II. Grondontsmetting met behulp van chemische middelen 62
Inleiding 62
Methode van onderzoek 63
Gevoeligheid van Fusarium voor verschillende chemische ontsmettingsmiddelen 65
Invloed van verschillende omstandigheden op de doodende werking van formaline en chloorpicrine op Fusarium in den grond 69
Samenvatting 71
Zusammenfassung 71
Literatuur 72

I. DE PATHOGENITEIT VAN VERSCHILLENDE FUSARIUM-STAMMEN OP KOMKOMMERS, MELOENEN EN BOONEN

INLEIDING

Betreffende de Fusarium-aantasting van Cucurbitaceaën en de meer of mindere pathogeniteit van de *Fusarium*-stammen, die daarbij een rol spelen, is nog weinig met zekerheid bekend. Bij komkommers, evenals bij meloenen, kan men 2 ziektebeelden onderscheiden (Rietberg, 17 en Wollenweber en Reinking, 22): 1e. Een voetziekte, waarbij de poot, de hoofdwortel en het onderste deel van den stengel bruin kleuren. Er ontstaan vaak scheuren en diepe spleten, terwijl het weefsel tenslotte gaat verrotten. Soms trekt de bruinkleuring ook hooger den stengel op, terwijl de afstervende plant vaak bedekt wordt met een aanvankelijk witte, later rose gekleurde myceliumlaag. De rose kleur treedt op bij de vorming van tallooze conidiën. 2e. Een verwelkingsziekte. Ook in het eerste geval gaan de planten tenslotte verwelken, vooral op zonnige dagen. Soms treedt er echter een verwelking op, die niet vooraf wordt gegaan door de onder 1e beschreven symptomen. Wel blijken de hoofdwortels tenslotte ook geheel verrot te zijn. Dit verschijnsel treffen we naar verhouding vaker aan bij meloenen dan bij komkommers (in 't bijzonder bij kaskomkommers weinig).

Ter verklaring van deze waarnemingen werd wel verband gezocht met de verschillen in luchtvochtigheid tusschen kassen en platglas. In kassen is de luchtvochtigheid steeds hoog; daardoor zou de Fusariumschimmel makkelijker uit den stengel naar buiten kunnen groeien en uitwendige symptomen veroorzaken. Het is niet onmogelijk, dat deze invloed inderdaad bestaat. Uit het volgende zal echter blijken, dat daarnaast ook verschillen in het ziektebeeld veroorzaakt kunnen worden door de omstandigheid, dat niet alle *Fusarium*-stammen deze gewassen op dezelfde wijze aantasten.

Wat nu de *Fusarium*-soorten betreft, die op de komkommer kunnen voorkomen, hiervan noemen WOLLENWEBER en REINKNG (22) o.a. *F. solani*, *F. orthoceras*, *F. bulbigenum* en *F. oxysporum var. aurantiacum*. In 't bijzonder deze laatste zou als verwekker van de voetziekte in aanmerking komen, hoewel nimmer overtuigende inoculatie-proeven verricht zijn (LINDFORS, 11).

Bij watermeloenen is in Amerika wel met zekerheid vastgesteld (WILSON, 21), dat voetrot en verwelking veroorzaakt kunnen worden door *F. bulbigenum var. niveum*. Deze Fusarium gaat niet over op netmeloenen. Hierop is in Amerika echter een zeer nauw verwante Fusarium aangetroffen (LEACH, 9), waarschijnlijk een vorm van *F. bulbigenum var. niveum*, die wel in staat is netmeloenen te infecteeren, maar geen watermeloenen aan kan tasten. In Duitschland en Rusland is van voetzieke netmeloenen *F. oxysporum var. aurantiacum* geïsoleerd, die daar als de verwekker van deze ziekte beschouwd wordt (WOLLENWEBER en REINKING, 22). Tenslotte is in Zuid-Frankrijk op cantaloupen een ernstige aantasting waargenomen, die toegeschreven wordt aan vormen van *F. solani* (DUFRÉNOY, 3).

Er was dus nog slechts weinig bekend betreffende de pathogeniteit van de op komkommer voorkomende Fusaria. Door mijn voorganger, Ir. RIETBERG, zijn een zeer groot aantal isolaties gemaakt, meestal afkomstig van zieke komkommerplanten, o.a. in alle gevallen waar grondmonsters onderzocht zijn in verband met de Fusarium-ziekte (RIETBERG, 17). Ook van tal van andere gewassen werden door hem Fusaria geïsoleerd, o.a. van meloen, augurk, boon, peen, schorseneer, anjer en freesia. Het was nu in de eerste plaats noodig deze isolaties te schiften, hun pathogeniteit te bepalen en de belangrijkste te determineeren. Daarna kon dan de vatbaarheid van verschillende komkommer-, meloen- en boonen-soorten voor deze *Fusarium*-stammen bepaald worden. Uit het onderzoek van RIETBERG (17) was reeds gebleken, dat dit de belangrijkste waardplanten voor komkommer-Fusaria waren. Een door hem van komkommer geïsoleerde *F. bulbigenum var. niveum* bracht ook meloenen- en boonen-planten tot afsterving, terwijl een van boonen geïsoleerde *F. angustum* in hoofdzaak slechts boonen aantastte.

Betreffende eventueele verschillen in vatbaarheid voor Fusarium-aantasting van de bij ons geteelde komkommer- en meloensoorten is uit de literatuur weinig of niets bekend. Wel zijn er in Amerika verschillen in vatbaarheid vastgesteld bij netmeloenen (LEACH en CURRENCE, 10) en bij watermeloenen (BENNETT, 1), die waarschijnlijk op een groot aantal erfelijke factoren berusten, zoodat het verkrijgen van resistente rassen door kruisingen niet eenvoudig is. De practijkervaring is echter, dat op grond, waar gewone groene komkommers niet meer geteeld kunnen worden tengevolge van de Fusarium-ziekte, vaak nog wel witte en gele komkommers, sommige soorten meloenen, en boonen verbouwd kunnen worden. Het was daarom van beteekenis de vatbaarheid van deze gewassen voor de verschillende op komkommer pathogene Fusaria na te gaan.

METHODE VAN ONDERZOEK

Voor de isolatie en determinatie van de *Fusarium*-stammen werden de volgende voedingsbodems gebruikt: 1e Kersenagar, 2e moutagar, 3e aardappelagar (aangezuurd), 4e gestoomde rijst. Er waren verschillende typen, die op al deze voedingsbodems volkomen hetzelfde uiterlijk en dezelfde spore-vormen vertoonden. Hiervan werd dan steeds slechts 1 isolatie aangehouden, ook al bestaat natuurlijk de mogelijkheid, dat er tusschen morphologisch gelijke typen nog verschillen in pathogeniteit bestaan. Ook bij de 45 aangehouden isolaties waren er nog verscheidene, waarvan ondersteld werd, dat ze identiek waren. Daar het onderzoek van zooveel isolaties op pathogeniteit bij normaal opgekweekte planten in potten te veel tijd en ruimte gevraagd zou hebben, is gezocht naar een andere methode om de meer en minder pathogene Fusaria te schiften. Daartoe werd de vatbaarheid van komkommerkiemplantjes voor de verschillende *Fusarium*-stammen bepaald. Deze werden opgekweekt in cultuurbuizen ($\pm$ 20 cm hoog en 3½ cm wijd). Als voedingsbodem werd Knops-agar gebruikt, d.w.z. een Knops voedingsoplossing, waaraan 2 % agar-agar is toegevoegd. Hierop kiemden de komkommer-zaadjes aanmerkelijk vlotter dan op van der Crone-agar. Het beste voldeed de methode, waarbij in elke buis in een gleufje in de agar 1 ontsmet komkommerzaadje te kiemen wordt gelegd. Er werd steeds zaad gebruikt van spot-vrije komkommers, dat te voren ontsmet is door 3 minuten te schudden met 2 $^0/_{00}$ ceresan. Er is ook geprobeerd de plantjes te laten kiemen in tevoren ontsmet Maaszand en deze daarna over te brengen in de cultuur-buizen. Op die wijze werd echter veel meer last ondervonden van verontreinigingen (vooral bacteriën), zoodat deze methode verder niet toegepast is.

Voor het infecteeren van de plantjes werden steeds jonge cultures van de Fusarium-isolaties gebruikt. Bij het ouder worden van de cultures hoopen zich nl. stoffen op, die de ontwikkeling van de schimmel remmen. Bij een oriënteerend proefje bleek er inderdaad een belangrijk verschil in agressiviteit te bestaan tusschen jongere en oudere cultures van eenzelfde isolatie. Daarom werden geen cultures ouder dan 3 à 4 weken gebruikt.

Tenslotte is er tevoren nog een proefje genomen om uit te maken, wat de beste methode van inoculatie was. Hiertoe werden de volgende 3 methoden vergeleken:

1e. Een stukje gestoomde rijst met Fusarium werd zonder meer bij de grens van wortel en stengel gelegd.

2e. Het onderste deel van den stengel werd verwond door er voorzichtig met een mesje wat van het buitenste weefsel af te schrappen. Hierop werd de Fusarium gebracht.

3e. De hoofdwortel werd op een dergelijke wijze verwond en daarop werd de Fusarium gebracht.

Deze methoden hadden allen ongeveer hetzelfde resultaat, nl. een geslaagde infectie met overeenkomstige symptomen bij het gebruik van denzelfden *Fusarium*-stam. Elke inoculatie werd in duplo uitgevoerd. Bij gebruik van stam II (evenals de andere stammen toen nog niet nader gedetermineerd) kwam steeds uitsluitend een aantasting van de wortels voor, die meer of minder sterk bruin kleurden. Bij gebruik van stam III bleven de planten practisch gezond. Bij het gebruik van de stammen IV en IVa trad een meer of minder hevige bruinkleuring aan den stengel en den stengelvoet op, bij elk der 3 infectie-methoden. Wel was de aantasting het hevigst bij beide plantjes geïnoculeerd met stam IVa volgens de eerste methode (mycelium uit de stengeltjes groeiend), bij één der plantjes ge

inoculeerd met stam IV volgens de eerste methode, en bij één der beide plantjes geïnoculeerd met stam IVa volgens de tweede methode. De invloed van de wijze van infectie was dus veel geringer dan de invloed van den *Fusarium*-stam. Daar sommige stammen bij voorkeur den wortel bleken te infecteeren en andere stammen den stengel, werd besloten om bij het navolgende onderzoek de Fusarium steeds zonder voorafgaande verwonding op de grens van wortel en stengel aan te brengen.

DE PATHOGENITEIT VAN DE FUSARIUM-STAMMEN

Voor het vergelijken van de pathogeniteit werden alle 45 Fusarium-isolaties op de boven beschreven wijze beproefd op telkens 5 komkommerkiemplantjes. Dit onderzoek had plaats van Maart tot Juli 1940. De buizen werden in een kas geplaatst, die in het voorjaar verwarmd was. De contrôle van het ziektebeeld had twee maal plaats met tusschenpoozen van ongeveer 10 dagen na de inoculatie. Er was ook steeds een contrôle-serie van 5 planten aanwezig. Ook deze kunnen soms een bruinkleuring op de wortels vertoonen. Op het oogenblik van inoculatie waren de plantjes, die ook zonder schimmel een bruinkleuring aan de wortels gaan vertoonen, voor een deel reeds te onderkennen. Deze werden dan van de proef uitgesloten. Niettemin trad toch nog vaak bij 1 of 2 contrôle-planten een bruinkleuring aan de wortels op.

Op grond van dit onderzoek konden de verschillende Fusarium-isolaties verdeeld worden in 3 groepen, elk met een ander aantastingsbeeld op komkommerkiemplantjes:

1e. Een meer of minder sterke bruinkleuring van de wortels, soms gepaard gaande met slechts een geringe bruinkleuring aan den stengelvoet.
2e. Een bruinkleuring van den stengelvoet, welke zich echter niet in belangrijke mate langs den stengel omhoog uitbreidt. Soms komt dan tevens bruinkleuring aan de wortels voor.
3e. Een duidelijke bruinkleuring van den stengelvoet, welke zich langs den stengel omhoog uitbreidt, en de plantjes vaak snel tot afsterving brengt. Ook in dit geval komt vaak bruinkleuring aan de wortels voor.

Verschillende isolaties, waarvan op grond van hun morphologische eigenschappen verondersteld werd, dat zij wellicht identiek zouden zijn, bleken ook een groote overeenkomst in aantastingsbeeld te zien te geven.

Het was echter niet goed mogelijk een scherpe grens te trekken tusschen voor komkommers wèl en niet-pathogene Fusaria. Van de 45 isolaties veroorzaakten er 24 slechts een wortelaantasting, die meestal van weinig beteekenis was. Met de meeste van deze isolaties werd dan ook niet verder gewerkt. De keuze van de isolaties, die aangehouden werden, moest echter eenigszins subjectief zijn. Ook is het natuurlijk niet onmogelijk, dat *Fusarium*-stammen, die op kiemplantjes van spot-vrije komkommers weinig schade veroorzaken, oudere planten of andere komkommer-soorten wel ernstig aan kunnen tasten. Het is dan ook niet geheel uitgesloten, dat we *Fusarium*-stammen uitgeschakeld hebben van verder onderzoek, welke tochvan beteekenis kunnen zijn voor de komkommer- en meloenenteelt.

Aangehouden werd in de eerste plaats een *Fusarium*-stam, die enkel een wortelaantasting veroorzaakte, zij het soms in vrij ernstige mate. Waarschijnlijk waren hiervan een 6-tal isolaties aanwezig. Deze schimmel werd evenals de andere aangehouden Fusarium-stammen ter determinatie opgezonden naar het Centraal Bureau voor Schimmelcultures te Baarn, waar men zoo welwillend was deze

voor ons te determineeren. Het bleek *Fusarium solani var. Martii* te zijn. Chlamydosporen terminaal en intercalaar. Sporen met 5 septen 49,0 × 5,86 μ, volgens WOLLENWEBER 48 × 5,7 μ [1]) (zie afb. 1). De symptomen door deze Fusarium veroorzaakt op komkommerkiemplantjes ziet men op afb. 3, rechts. Deze Fusarium behoort tot de *Martiella*-groep, welke schimmels niet in de vaatbundels groeien. Zij klimt dan ook niet door den stengel naar boven.

Alle overige aangehouden Fusaria bleken tot de *Elegans*-groep te behooren; dit is de groep van vaatziekten verwekkende Fusaria. En deze klimmen ook allen meer of minder ver in den stengel naar boven bij de jonge komkommerplantjes in cultuurbuizen.

Van de 21 isolaties, die een aantasting van den stengel veroorzaakten, bleef bij 14 de aantasting in hoofdzaak beperkt tot den stengelvoet. Bij enkele isolaties was deze aantasting zoo zwak, dat zij van verder onderzoek werden uitgeschakeld. Aangehouden werden twee *Fusarium*-stammen, waarvan tesamen een 6-tal isolaties aanwezig waren, en die beide in Baarn gedetermineerd werden als *Fusarium orthoceras*, var. *longius*. Chlamydosporen talrijk, terminaal en intercalaar. Conidiën meest met 3 septen 41,2 × 3,65 μ. Beide stammen verschilden eenigszins in virulentie, maar vertoonden overigens inderdaad veel overeenkomst in aantastingsbeeld op komkommer-kiemplantjes (zie afb. 4, links). Van de Fusarium-isolaties, die den stengel van de jonge komkommerplantjes ook hooger op aantastten, werden er 4 ter determinatie naar Baarn opgezonden. Deze bleken 2 aan 2 identiek te zijn, zooals trouwens reeds vermoed werd. Eén dezer Fusaria was *Fusarium orthoceras*, waarvan een 4-tal isolaties voorkwamen. Chlamydosporen terminaal en intercalaar. Conidiën met 3 septen 35,5 × 3,8 μ. Conidiën met 5 septen, zelden 46,7 × 3,3 μ en 48 × 4 μ. De symptomen op komkommerkiemplantjes ziet men op afb. 3 links. De andere Fusarium was *Fusarium angustum*, die eveneens een 4-tal malen voorkwam onder de beproefde isolaties. Chlamydosporen terminaal en intercalaar. Conidiën met 3 septen gem. 42 × 4,2 μ, volgens WOLLENWEBER 39 × 4 μ. Conidiën met 5 septen 58 × 4,4 μ, volgens SHERBAKOFF 58 × 4,3 μ. Conidiën met 4 septen 59,6 × 4,3 μ. Conidiën met 6 septen, zelden 85 × 4,7 μ (zie afb. 2). Deze Fusarium veroorzaakt een nog heviger aantasting dan *Fusarium orthoceras*. Juist omdat deze *Fusarium*-stammen zoo'n hevige aantasting veroorzaakten, werden hiervan meerdere isolaties naar Baarn ter determinatie opgestuurd, waardoor de zekerheid verkregen werd, dat die isolaties, welke wij voor identiek hielden, dit ook inderdaad waren.

Merkwaardig is, dat de door RIETBERG zoo belangrijk geachte, en in Amerika veel voorkomende *Fusarium bulbigneum var. niveum* niet voorkwam onder de isolaties, die de jonge komkommerplantjes het sterkste aantastten. Deze Fusarium, alsmede *Fusarium oxysporum var. aurantiacum*, die in meerdere Europeesche landen van komkommer-planten met voetziekte en verwelkingsziekte geïsoleerd werd, werden ons bereidwillig door het Centraal Bureau voor Schimmelcultures te Baarn verschaft, zoodat ook deze *Fusarium*-stammen in het verdere onderzoek betrokken konden worden. Hun pathogeniteit werd eveneens bepaald op komkommer-kiemplantjes in cultuurbuizen. *Fusarium bulbigenum var. niveum* veroorzaakte een meest zwakke aantasting van den stengelvoet (zie afb. 4 rechts), terwijl *Fusarium oxysporum var. aurantiacum* den geheelen stengel aantastte, ongeveer op dezelfde wijze als *Fusarium ortheceras*.

---

[1]) De beschrijving van deze Fusaria is afkomstig van het Centraal Bureau voor Schimmelcultures.

DE VATBAARHEID VAN VERSCHILLENDE SOORTEN KOMKOMMERS, MELOENEN EN BOONEN VOOR FUSARIUM

Het doel van dit onderzoek was na te gaan, in hoeverre de verschillende voor groene komkommers pathogene *Fusarium*-stammen, de meest bekende soorten komkommers, meloenen en boonen aantasten. Er zijn dus alleen plantensoorten gebruikt, die veel gekweekt worden, en waarvan bekend is, dat zij door Fusaria aangetast kunnen worden:

1. Leidsche gele komkommer.
2. Halflange witte Westlandsche komkommer.
3. Zuivere Spiers (flesch-model, groen).
4. Improved Telegraph (stomp model, groen).
5. Witte suikermeloen.
6. Enkele netmeloen.
7. Oranje ananasmeloen.
8. Vroege Veensche kassnijboon.
9. Erectra smalscheedige pronkboon.
10. Stamprincesseboon, dubbele zonder draad.

Alle hiervoor behandelde *Fusarium*-soorten werden in dit onderzoek betrokken en afzonderlijk op bovengenoemde gewassen geïnoculeerd:

a. *Fusarium solani var. Martii.*
b. *Fusarium orthoceras var. longius.*
c. *Fusarium orthoceras.*
d. *Fusarium angustum.*
e. *Fusarium bulbigenum var. niveum.*
f. *Fusarium oxysporium var. aurantiacum.*

Er werden twee verschillende methoden gevolgd bij dit onderzoek: 1e. De methode met kiemplantjes in cultuurbuizen, zooals deze bij het onderzoek naar de pathogeniteit der Fusarium-isolaties toegepast is. 2e. Dezelfde inoculaties werden ook verricht bij jonge planten in potten in een proefkas. Daartoe werden de verschillende *Fusarium*-soorten, gegroeid op gestoomde rijst, door den grond van telkens 4 potten gemengd, waarin dan onmiddellijk de planten van het te beproeven gewas werden gepoot.

Voor de beoordeeling van de resultaten der kiemplant-methode, werden de plantjes in 4 categorieën verdeeld:

I. gezond.
II. met bruinkleuring op de wortels.
III. met bruinkleuring van den stengelvoet.
IV. met bruinkleuring van den geheelen stengel.

Bij een bepaalde serie vallen echter niet alle plantjes steeds in dezelfde categorie. Om een duidelijker overzicht te krijgen is daarom een cijfer berekend voor de gemiddelde aantasting in elke serie op de volgende basis: plant uit categorie I cijfer 0, cat. II cijfer $3^1/_3$, cat. III cijfer $6^2/_3$, cat. IV cijfer 10 (zie tabel 1, blz. 58).

Ook bij de niet geïnoculeerde kiemplantjes komen er vaak met een min of meer bruinen wortel voor. Deze zijn er in het begin niet voldoende uitgeselecteerd, wat de oorzaak is van de betrekkelijk hooge cijfers voor de contrôle-groep in de eerste series. Deze proeven zijn niet allen op hetzelfde tijdstip genomen. Dit is echter geen overwegend bezwaar, daar uit andere proeven is gebleken, dat de invloed van het seizoen op de ontwikkeling van het ziektebeeld bij de kiemplant-methode gering is.

TABEL 1.

Soort gewas	Inoculatie-datum	Contrôle	*a* Fus. sol.	*b* Fus. orth. v.l.	*c* Fus. orth.	*d* Fus. ang.	*e*[1]) Fus. bulb. v. n.	*f*[2]) Fus. oxysp. v. aur.
1. Leidsche gele komk.	13- 9-'40	3	4	6	9	10	2	10
2. Witte Westl. komk.	13- 9-'40	1	2	8	8	10	4	9
3. Spiers	20- 9-'40	2	4	7	10	10	2	6
4. Improved Tel.	24-10-'40	0	3	8	8	8	3	7
5. Suikermeloen	24-10-'40	1	2	8	10	10	4	10
6. Netmeloen	24-10-'40	1	3	7	10	10	3	9
7. Ananas	17- 3-'41	0	3	3	9	10	3	6
8. Vroege V. snijboon	15- 4-'41	1	2	10	4	5	3	9
9. Erectra pronkboon	21- 4-'41	0	7	5	5	5	5	10
10. Stamprincesse boon	16- 5-'41	1	2	6	5	6	5	10

[1]) Inoculatiedatum Leidsche gele komk. t/m Ananas 17-3-'41.
[2]) Inoculatiedatum 21-6-'41.

Wanneer men bovenstaande cijfers kolomsgewijze bekijkt, krijgt men een indruk van het verschil in vatbaarheid van de beproefde gewassen voor een bepaalden *Fusarium*-stam en van de pathogeniteit en virulentie van dezen stam in het algemeen. We zien dan, dat de aantasting door *Fusarium solani var. Martii* zich in het algemeen beperkt tot een bruinkleuring van de wortels. Slechts bij de Erectra smalscheedige pronkboon is de aantasting heviger, zoodat ook de stengelvoet bruin gekleurd is. *Fusarium orthoceras var. longius* veroorzaakt bij de meeste gewassen een vrij sterke aantasting. Bij de komkommer- en meloensoorten komt zoowel bruinkleuring van den stengelvoet als soms ook van den geheelen stengel voor. Alleen de oranje ananas-meloen wordt veel minder aangetast. De vroege Veensche snijboon wordt zeer sterk aangetast, de andere boonensoorten matig. *Fusarium orthoceras* geeft bij de verschillende komkommers en meloenen een hevige tot zeer hevige aantasting te zien, die zich meestal over den geheelen stengel uitbreidt. De boonensoorten vertoonen slechts een matige aantasting. *Fusarium angustum* veroorzaakt bij komkommers en meloenen een zeer hevige aantasting, die zich over den geheelen stengel uitstrekt, terwijl de verschillende boonensoorten meestal een bruinen stengelvoet vertoonen. *Fusarium bulbigenum var. niveum* veroorzaakt bij alle gewassen slechts een betrekkelijk zwakke aantasting. Deze beperkt zich tot een bruinkleuring van den wortel, al of niet tesamen met een bruinkleuring van den stengelvoet. *Fusarium oxysporum var. aurantiacum* veroorzaakt daarentegen bij de meeste gewassen, ook bij de verschillende soorten boonen, de hevigste symptomen. De ananasmeloen werd wat minder aangetast (alleen bruinkleuring van den stengelvoet), evenals merkwaardigerwijze de beide soorten groene komkommers.

Wanneer we de cijfers van tabel 1 rij voor rij bekijken, krijgen we een indruk van de vatbaarheid en gevoeligheid der beproefde gewassen in het algemeen. Deze blijkt niet zoo sterk te verschillen als de pathogeniteit van de diverse Fusarium-stammen. In het bijzonder valt het geringe verschil in vatbaarheid op tusschen de groene, gele en witte komkommers. Ook de meloenen zijn vrijwel even vatbaar; alleen de oranje ananasmeloen is t.o.v. sommige Fusaria (*Fus. orthoceras var. longius* en *Fus. oxysporum var. aurantiacum*) minder gevoelig. De verschillende boonensoorten zijn over het algemeen ook minder gevoelig, hoewel deze zich t.o.v. bepaalde *Fusarium*-stammen soms afwijkend gedragen: Zoo blijkt de

Erectra smalscheedige pronkboon gevoelig voor *Fusarium solani var. Martii*, terwijl de vroege Veensche snijboon extra gevoelig is voor *Fusarium orthoceras var. longius*.

De proeven in potten gaven in groote trekken dezelfde resultaten te zien. De verschillen in pathogeniteit tusschen de *Fusarium*-stammen kwamen echter door verschillende omstandigheden minder goed tot uiting. 1e. Het bleek achteraf, dat er besmetting tusschen de series onderling heeft plaats gehad, zoodat tenslotte zelfs de contrôle-planten afstierven ten gevolge van Fusarium-aantasting. 2e. Bestonden de series slechts uit 4 planten, waardoor het resultaat minder betrouwbaar was. 3e. Traden er ook nog diverse andere kwalen op, waardoor een deel der planten tot afsterving gebracht werd (Sclerotina, bacterie-rot, spint).

De verschillen in vatbaarheid en gevoeligheid tusschen de gewassen traden echter bij deze potproeven juist duidelijker naar voren. De Leidsche gele en de witte Westlandsche komkommers stierven, ten gevolge van de Fusarium-aantasting pas enkele weken later af dan de groene komkommers (zuivere Spiers en Improved Telegraph). De afsterving van de witte suikermeloen en de enkele netmeloen begon wat later dan bij de groene komkommers, maar zette sneller door. De afsterving van de ananas-meloen verliep ongeveer parallel aan de afsterving van de witte en gele komkommers. De vroege Veensche snijboon stierf wat later af dan de stamprincesseboon, dubbele zonder draad, terwijl de Erectra smalscheedige pronkboon het minste aangetast werd.

Een zeer merkwaardig verschijnsel bij de potproeven was, dat bij verschillende gewassen (o.a. bij alle komkommers en bij de ananasmeloenen) de planten in de potten met grond, die geïnoculeerd was met *Fusarium solani var. Martii*, nog later afstierven dan de contrôle-planten. Het gaf den indruk, dat deze schimmel een beschuttende werking uitoefende tegen infectie met heviger pathogene Fusaria. Wellicht is hier sprake van een antagonistische werking tusschen verschillende *Fusarium*-stammen, waardoor deze zich minder goed kunnen ontwikkelen in een milieu (hetzij grond of plant), dat reeds bezet is door een anderen *Fusarium*-stam.

De omstandigheid, dat de pronkboon bij de potproeven het minste aangetast werd, was zeer opvallend. De ervaring in de practijk is nl., dat pronkboonen in vruchtwisseling met platglas-komkommers en meloenen juist vaak in ernstige mate door Fusarium aangetast kunnen worden. Daarom werden in 1941 nog eens verscheidene isolaties gemaakt van door Fusarium aangetaste pronkboonen. In de meeste gevallen werd *Fusarium solani var. Martii* geïsoleerd. Daar nu juist bij platglaskomkommers en meloenen vaak verwelking en afsterving optreedt, zonder dat zich Fusarium op de stengels of de ranken ontwikkelt, ligt de veronderstelling voor de hand, dat in die gevallen *Fusarium solani var. Martii* op den voorgrond treedt. Inderdaad werd deze meermalen van op dergelijke wijze afgestorven komkommers en meloenen geïsoleerd. Ook deze Fusarium, die geen vaatparasiet is en enkel de wortels aantast, kan de planten dus tot afsterving brengen, doordat het wortelstelsel geheel verrot. Wel kan de afsterving in dit geval vertraagd worden door de vorming van nieuwe wortels, die tijdelijk gezond blijven.

Conclusies:

1. De witte en gele komkommers kunnen even hevig door de meest voorkomende *Fusarium*-stammen aangetast worden als de groene komkommers. Het duurt bij deze komkommers echter eenige weken langer eer zij afsterven.

2. De ananasmeloen is wat minder gevoelig dan de andere meloensoorten, in het bijzonder t.o.v. enkele bepaalde *Fusarium*-stammen.

3. De vaak sterke aantasting van de pronkboon wordt meest veroorzaakt door *Fusarium solani var. Martii*, die ook op platglas-komkommers en meloenen veel aangetroffen wordt.

4. De hevige symptomen op de stengels van komkommers (in 't bijzonder kaskomkommers) worden vooral veroorzaakt door *Fusarium orthoceras* en *Fusarium angustum.*

5. De pathogeniteit van in het buitenland van komkommer of meloen geïsoleerde *Fusarium*-stammen (tot de groep der vaat-parasieten behoorend) t.o.v. de door ons gekweekte gewassen, wijkt sterker af van de bij ons inheemsche *Fusarium*-stammen, naarmate deze Fusaria uit verder afgelegen streken afkomstig zijn (b.v. *Fusarium bulbigenum var. niveum* uit Amerika). Het is daarom wel zeer twijfelachtig of in Amerika resistente komkommer-rassen, hier ook resistent zullen zijn.

6. In sommige gevallen schijnt een minder pathogene Fusarium een beschermende werking uit te kunnen oefenen tegen aantasting door heviger pathogene Fusaria.

ANTAGONISTISCHE WERKING TUSSCHEN VERSCHILLENDE FUSARIUM-STAMMEN

Het is heel goed mogelijk, dat hier niet zoo zeer sprake is van een zuiver antagonisme dan wel van een voedsel-concurrentie. Dit is niet verder onderzocht. Het is echter een bekend feit (RIETBERG 17), dat na ontsmetting van den grond, (vooral wanneer dit geschiedt door te stoomen), een hernieuwde infectie met Fusarium zich veel sneller uitbreidt dan in niet ontsmetten grond. Dit wordt toegeschreven aan het vrijkomen van groote hoeveelheden ammoniak in den grond tengevolge van de ontsmetting. Ammoniak is nl. een uitstekende voedingsbron voor Fusarium, terwijl het de planten gevoeliger maakt voor schimmelaantasting (VAN DER VEEN, 19). Het doel van dit onderzoek was nu na te gaan, of door het brengen van een onschadelijke Fusarium in pas ontsmetten grond, de besmetting met pathogene Fusaria kan worden tegengegaan.

Daartoe werden van het Centraal Bureau voor Schimmelcultures te Baarn enkele *Fusarium*-stammen ontvangen, die nauw verwant waren aan de voor komkommer pathogene Fusaria. Deze werden eerst beproefd op hun pathogeniteit, t.o.v. komkommer-kiemplantjes in cultuurbuizen. Daarbij bleken o.a. *Fusarium redolens* (reeds door RIETBERG genoemd, 17) en *Fusarium conglutinans* eenigszins pathogeen te zijn, ongeveer zooals *Fusarium bulbigenum var. niveum. Fusarium solani* daarentegen tastte de kiemplantjes in het geheel niet aan.

Met deze laatste schimmel werd daarom op 9 Mei 1941 een potproef aangezet om na te gaan, of deze Fusarium een beschuttende werking kan uitoefenen tegen aantasting door pathogene Fusaria. Er werden daartoe 10 nul-potten gevuld met een $\pm$ 10 cm dikke laag kweekgrond, die besmet was met een mengsel van voor komkommer pathogene Fusaria. Nadat we deze Fusaria zich eenigen tijd verder hebben laten ontwikkelen in den ondergrond, werden op 14 Mei 5 potten aangevuld met grond, die gedurende 2 uur in een autoclaaf gestoomd was (bereikte temperatuur 85–95 °C). De andere 5 potten werden aangevuld met denzelfden gestoomden grond, welke tevoren geënt was met *Fusarium solani.* Hiervoor werden 5 reageerbuizen met gestoomde rijst, volgegroeid met Fusarium, op 10 kg gestoomden grond gebruikt. Op 15 Mei werden de jonge komkommerplanten (Spiers) in de potten geplant.

Na 2 maanden is één der planten uit de groep, geënt met *Fusarium solani*, afge-

storven tengevolge van Sclerotinia-aantasting. Een tweede plant uit deze groep is eind Augustus afgestorven, de rest eind September. Deze afsterving ging gepaard met meer of minder duidelijke verschijnselen van Fusarium-aantasting. Dit was ook het geval bij de planten, gekweekt in grond, die niet geënt was met *Fusarium solani*. Hiervan stierven 2 planten reeds begin Augustus af en 2 planten eind Augustus, terwijl de laatste plant pas begin October afstierf. Over het algemeen zijn de planten in den grond geënt met *Fusarium solani*, dus ongeveer 1 maand langer in leven gebleven, als men de door Sclerotinia aangetaste plant uitschakelt. Alle planten hebben bovendien geleden onder een hevige spint-aantasting.

De opbrengst aan komkommers was als volgt:

	A	B	C	A+B+C	Stek
Zonder Fus. solani:					
aantal	6	1	3	10	10
gewicht in kg	3,60	0,46	1,05	5,11	2,82
Met Fus. solani:					
aantal	22	1	1	24	1
gewicht in kg	11,–	0,46	0,38	11,84	0,29

Zonder *Fusarium solani* dus een totaal gewicht van 7,93 kg of 1,59 kg per plant. Met *Fusarium solani* werden naar verhouding veel meer A-komkommers verkregen, nl. ongeveer 5 per plant tegenover 1 per plant zonder *Fusarium solani*. Het totaal gewicht aan komkommers bij enting van den grond met *Fusarium solani* bedroeg 12,13 kg, of 3,03 kg per plant, waarbij het aantal planten op 4 is gesteld, omdat 1 plant reeds door Sclerotinia-aantasting afgestorven was, eer deze de eerste komkommers geleverd had. Hoewel er dus een groot verschil ten gunste van de enting met *Fusarium solani* te zien is, is het aantal planten voor een betrouwbare conclusie wel wat te gering.

Er zijn echter ook bij andere proeven aanwijzingen verkregen, dat enting van pas ontsmetten grond met *Fusarium solani* een gunstigen invloed uit kan oefenen op het langer gezond blijven van het komkommer- of meloenengewas. Uit onderzoekingen van Zilling (23), Reinking (14) en Reinking en Manns (15) is trouwens reeds gebleken, dat in den grond steeds een populatie van een groot aantal verschillende *Fusarium*-stammen voorkomt. Door herhaalde teelt van eenzelfde gewas kunnen bepaalde *Fusarium*-soorten zich ten koste van de overige sterk vermeerderen. Zoo vermeldt Zilling (23), dat na langdurige cultuur (hetzij bouwland of grasland) de Fusaria van de gevaarlijke *Elegans*-groep het grootste deel van de *Fusarium*-populatie in den grond gaan vormen (tot 83 % toe), terwijl na een braakperiode deze Fusaria weinig meer voorkomen, zonder dat dit van invloed is op het totaal schimmelgetal. Men kan zich dus heel goed voorstellen, dat na enting van een pas ontsmetten grond met een onschadelijke *Fusarium*, pathogene Fusaria zich hierin bij een eventueel voorkomende besmetting minder snel uit zullen breiden.

Er is ook nog een proef genomen met enting van den grond met *Fusarium solani* bij een meloenenrij van 88 ramen. Hiervan waren 80 ramen gestoomd met een laagdruk-stoomapparaat, waarvan de capaciteit te klein was voor het gebruikte stoomrek. Dientengevolge werd niet overal een voldoende hooge temperatuur verkregen om de Fusarium te dooden. Het resultaat was dan ook niet best. Bij 40 van de 80 ramen werd de gestoomde grond geënt met *Fusarium solani*, en wel bij 20 ramen $\pm$ 2 weken na de ontsmetting, terwijl de overige 20 ramen pas geënt

werden na het klaarmaken van de rijen (na ± 2 maanden). Alle planten zijn vroegtijdig afgestorven tengevolge van Fusarium-aantasting. Toch waren er verschillen tusschen de groepen, hetgeen duidelijk blijkt uit de opbrengsten:

Groep	Opbrengst per raam	
	Aantal	kg
niet gestoomd	1,4	1,3
gestoomd, niet geënt	2,1	2,5
gestoomd, na ± 2 maanden geënt	2,3	2,6
gestoomd, na ± 2 weken geënt	2,8	3,2

Hieruit ziet men, dat het stoomen nog wel eenig effect gehad heeft. Enting met *Fusarium solani* had echter alleen een duidelijk gunstig resultaat, wanneer dit spoedig na de ontsmetting gebeurde. Wellicht was het resultaat nog beter geweest, wanneer de grond onmiddellijk na de ontsmetting geënt was. Ook deze cijfers zijn echter in verband met andere verschillende omstandigheden in de proef niet volkomen betrouwbaar.

II. GRONDONTSMETTING MET BEHULP VAN CHEMISCHE MIDDELEN

INLEIDING

De groote moeilijkheid bij de bestrijding van de Fusarium-ziekte is, dat de schimmel zoo gemakkelijk jarenlang in den grond kan overblijven, en zich daarin zelfs op organische afvalresten kan voortplanten. Daardoor is de grond wel de belangrijkste bron van besmetting. Het vinden van een goede methode van grondontsmetting is dus het belangrijkste probleem bij de bestrijding van de Fusariumziekte. Een dergelijke methode bezitten wij reeds in het stoomen van den grond. Lang niet alle tuinders hebben echter de gelegenheid hun grond te laten stoomen, of zelf te stoomen. Ook is deze methode vrij kostbaar, indien ze geregeld herhaald moet worden. Men is dan ook reeds jaren zoekende naar een geschikt chemisch middel ter ontsmetting van den grond tegen Fusarium (Rietberg, 17).

Ook in andere streken van ons land en in het buitenland ondervindt men schade van Fusariumziekten bij velerlei gewassen. Ook in die gevallen blijft de Fusarium in den grond over, in verband waarmee reeds meerdere grondontsmettingsproeven genomen zijn. Het meeste succes heeft men daarbij gehad met formaline, dat vooral tegen Fusarium-aantasting van verschillende soorten bloemen (b.v. anjer en aster) en bloembollen gebruikt is (Jaarverslag Vleutens proeftuin, 20, Wollenweber en Reinking, 22, Reiter, 16, Gaudineau, 7, Dodge, 2). De aldaar opgegeven hoeveelheden wisselen tusschen 1 en 18 liter onverdunde formaline (40 %) per rr².

Ook worden in de literatuur vaak kwikmiddelen genoemd. Deze zijn o.a. gebruikt bij anjers, asters, asperges en tomaten (Wollenweber en Reinking, 22, Tempel, 18, Madle, 12, Manns, Davies, Heuberger en Adams 13). Het meest wordt Uspulun aanbevolen, maar ook een enkele maal sublimaat, Semesan of Ceresan. De gebruikte hoeveelheden variëeren van 15–250 gram per rr². Soms wordt de hoeveelheid per plant aangegeven, in welk geval slechts een plaatselijke ontsmetting rond de pooten van de planten plaats heeft. Ook dan blijven de gebruikte hoeveelheden binnen bovengenoemde grenzen. De gebruikte concentraties wisselen tusschen 0,25 en 0,5 %.

Ook zijn wel eens gebruikt azijnzuur (bij tomaat, WOLLENWEBER en REINKING, 22) en chloorpicrine (GODFREY, 8, EZERSKAYA, 4). Voorts een mengsel van ongebluschte kalk en ijzersulfaat (bij anjers en asters). Dit wordt ook gebruikt in een 1 %-oplossing om er bij het verplanten het wortelstelsel in onder te dompelen (WOLLENWEBER en REINKING, 22, FERRARIS, 5). Chinosol wordt vermeld als een middel, waarmee anjers besproeid kunnen worden tegen Fusarium in een concentratie van 1 : 20.000 – 1 : 50.000 (FRON, 6). Tenslotte worden nog kopermiddelen ($CuSO_4$ en koperoxychloride) en malachiet-groen aangeraden zoowel voor grondontsmetting als voor besproeiing van de planten tegen Fusarium (WOLLENWEBER en REINKING, 22). Deze middelen zijn beproefd bij anjers, coniferen en grasvelden, waarbij maximaal $2\frac{1}{4}$ kg $CuSO_4$ en nog geen gram malachietgroen per rr^2 gebruikt wordt.

Het is begrijpelijk, dat het onderzoek op den proeftuin begonnen is met de middelen, waarvan uit de literatuur bekend was, dat zij reeds met meer of minder succes tegen de één of andere Fusarium-ziekte, die in den grond overblijft, toegepast was. Daarnaast zijn ook vele andere middelen geprobeerd. Het was echter opvallend, dat deze proeven steeds een negatief resultaat opleverden. Zelfs werd eens wat zieke kweekgrond geheel doordrenkt met formaline, echter hoegenaamd zonder resultaat t.o.v. de Fusarium. Toch is niet aan te nemen, dat in dit geval de Fusarium niet gedood werd. In het eerste deel werd echter reeds betoogd, dat in een ontsmetten grond een hernieuwde infectie zich bijzonder snel kan uitbreiden. Daarom mag men ook nooit volstaan met enkel zijn grond te ontsmetten, maar moet men tevens alle andere maatregelen van hygiëne streng in acht nemen (RIETBERG, 17). Bij deze vergelijkende proeven is een besmettingsbron steeds aanwezig, terwijl bovendien de geheele proeftuin in sterke mate besmet is met Fusarium. De ontsmettingsproeven genomen met planten in potten of onder platglas, zijn dan ook niet zeer betrouwbaar en bovendien zeer tijdroovend, wanneer men een groot aantal verschillende ontsmettingsmiddelen wil beproeven. Bovendien is er nog een complicatie mogelijk door het achterblijven van schadelijke toxinen in den ontsmetten grond. Er moest daarom een methode uitgewerkt worden, waarmee ondubbelzinnig vastgesteld kan worden, of met een bepaald middel de Fusarium in den grond gedood kan worden, en hoeveel van dat middel daartoe aan den grond toegevoegd moet worden. Zijn aldus de geschiktste middelen gevonden, dan kunnen deze in de practijk getoetst worden.

METHODE VAN ONDERZOEK

De proeven werden genomen in erlemeyers met een inhoud van 100 cc. Deze werden gevuld met 45 gram vochtigen grond. Hiervoor werd steeds een fijn gezeefde, zeer humusrijke grond (kweekgrond met veel bladaarde) gebruikt met een watercapaciteit van bijna 100 %. Bij het begin van de proeven werd de grond steeds tot op 50 % van de watercapaciteit met water verzadigd, zoodat de erlemeyers steeds ruim 30 gram luchtdrogen grond bevatten. Op de organische bestanddeelen van dezen grond kan de Fusarium zich zeer snel ontwikkelen. De met grond gevulde erlemeyers werden afgesloten met een wattenprop en op 3 achtereenvolgende dagen gesteriliseerd. Daarna werd de grond geënt met een mengsel van voor komkommer pathogene Fusaria. Daarvoor werd een bepaalde hoeveelheid sporen-suspensie gebruikt, die verkregen werd door buizen met gestoomde rijst, waarop de verschillende *Fusarium*-stammen gegroeid waren, te schudden met steriel water. Ter contrôle van de steriliteit bleef van elke serie

steeds 1 erlemeyer ongeënt. Een week na het inbrengen van de Fusarium in den grond, heeft zich reeds een krachtige Fusarium-groei ontwikkeld, zoodat aan de oppervlakte van den grond zelfs een grauw-wit schimmeldons te zien is. Er blijken zich dan ook weer nieuwe conidiën en chlamydosporen ontwikkeld te hebben. De erlemeyers werden gedurende dien tijd (en ook daarna) in het daglicht en bij kamertemperatuur bewaard.

Na 1 week schimmel-ontwikkeling werden de ontsmettingsmiddelen in verschillende concentraties aan de erlemeyers met grond toegevoegd. Elk nieuw ontsmettingsmiddel werd geprobeerd in een 3-tal sterk uiteenloopende concentraties in de verhouding 1 : 5 : 25. Deze concentraties werden zoodanig gekozen, dat de hoogste concentratie economisch in het geheel niet meer toe te passen is, eventueel ook niet voor locale ontsmetting. Soms waren er ook andere redenen, waarom de hoogste concentratie niet meer toe te passen is, b.v. vanwege bederf van den grond of beschadiging van de plant. Trad bij één dezer hoeveelheden afsterving op, dan werden tusschenliggende of kleinere hoeveelheden beproefd, b.v. alleen afsterving bij concentratie 25, dan werden daarna de concentraties 10–15 en 20 beproefd. We lieten de ontsmettingsmiddelen steeds gedurende 3 dagen inwerken. Een grooter effect door een langeren inwerkingsduur valt over 't algemeen niet te verwachten, te meer waar slechts met kleine hoeveelheden grond gewerkt werd, waarin het ontsmettingsmiddel zoo gelijkmatig mogelijk gemengd werd. Daarentegen zou bij de beproeving van meer of minder vluchtige middelen bij een langeren inwerkingsduur dan 3 dagen de kans bestaan, dat reeds zooveel van het ontsmettingsmiddel na afloop vervluchtigd is, dat eventueel in leven gebleven Fusarium-kiemen zich weer aanmerkelijk vermenigvuldigd hebben.

Een zoo gelijkmatig mogelijke menging van de ontsmettingsmiddelen door den grond, werd verkregen door deze, voor zoover zij oplosbaar waren in water, toe te voegen opgelost in 10 cc water, en dit gelijkmatig over de geheele grondoppervlakte in te laten druppelen. Andere ontsmettingsmiddelen werden als droog poeder toegevoegd en door flink schudden zoo gelijkmatig mogelijk door den grond verdeeld. Tevens werd dan nog 10 cc water toegevoegd. Weer andere middelen werden opgelost in benzine of alcohol toegevoegd. Hiervan werd echter nimmer 10 cc gebruikt in verband met een mogelijke letale werking van deze oplosmiddelen op de Fusarium. De alcohol werd echter met 10 cc water verdund, terwijl na de toevoeging van de benzine nog 10 cc water gegeven werd, opdat in alle erlemeyers ongeveer dezelfde vochtigheid zou heerschen. Men moet bij het beoordeelen van deze hoeveelheden water rekening houden met de omstandigheid, dat gedurende de proef zeker meerdere cc water verdampen. Er werd steeds ter contrôle van de oorspronkelijke Fusarium-concentratie aan één erlemeyer geen ontsmettingsmiddel toegevoegd.

Voor het bepalen van de Fusarium-concentratie werd elke erlemeyer geledigd in een maatglas van 100 cc en de inhoud met steriel water aangevuld tot 100 cc (na het ontwijken van de lucht). Daarna werden de maatglazen gedurende 5 minuten met de hand geschud. Van het waterig extract werd telkens 1 cc in een 3-tal Petri-schalen gepipetteerd. Daarna werd het extract 10 × verdund met steriel water, en hiervan eveneens telkens 1 cc in een drietal Petri-schalen gepipetteerd. Bij deze schalen werd dan afgekoelde kersen-agar gegoten. Na twee dagen werd het aantal schimmel-kolonies geteld. Na langer wachten zijn deze te zeer door elkaar gegroeid, zoodat geen goede telling meer mogelijk is. De schimmel-kolonies bestonden inderdaad bijna altijd uitsluitend uit Fusarium, zoodat uit deze tellingen direct de Fusarium-concentratie berekend kon worden.

GEVOELIGHEID VAN FUSARIUM VOOR VERSCHILLENDE CHEMISCHE ONTSMETTINGSMIDDELEN

Op de boven beschreven wijze werden tal van chemische ontsmettingsmiddelen onderzocht op hun doodende werking t.o.v. Fusarium in het milieu grond. Een samenvatting van de resultaten vindt men in tabel 2. In de tweede kolom is de kleinste gebruikte hoeveelheid van het ontsmettingsmiddel vermeld, hetwelk, aan een erlemeyer toegevoegd, nog in staat was een deel der Fusarium-kiemen te dooden of hun uitgroeiing te belemmeren. In de derde kolom staat de hoeveelheid ontsmettingsmiddel, die aan een erlemeyer toegevoegd moet worden om alle Fusarium-kiemen te dooden. In de vierde kolom is deze laatste hoeveelheid omgerekend per rr², onder aanname, dat de grond tot op 30 cm diepte ontsmet moet worden, en dat in dezen grond een even ideale vermenging als in de erlemeyers verkregen wordt. Dit laatste is natuurlijk niet het geval, zoodat in de practijk meestal aanzienlijk grootere hoeveelheden noodig zullen zijn voor een afdoende

TABEL 2.

Naam ontsmettingsmiddel	Schadelijke dosis per erlemeyer	Letale dosis		
		per erlemeyer	per rr²	per are
formaline 40 %	0,05 cc	0,15 cc	12 l	84 l
germisan	0,05 g	0,1 g	8 kg	56 kg
sublimaat	0,05 g	0,1 g	8 kg	56 kg
ceresan	0,05 g	> 0,1 g	> 8 kg	> 56 kg
uspulun	0,1 g	0,25 g	20 kg	140 kg
aretan	0,1 g	> 0,1 g	> 8 kg	> 56 kg
abavit	0,1 g	> 0,1 g	> 8 kg	> 56 kg
azijnzuur ± 100 %	0,25 cc	0,25 cc	20 l	140 l
chloorpicrine	0,005 cc	0,01 cc	0,8 l	5,6 l
benzine	2,5 cc	> 2,5 cc	> 200 l	> 1400 l
subcidine	> 0,01 cc	> 0,01 cc	> 0,8 l	> 5,6 l
raschiet	0,125 g	> 0,125 g	> 10 kg	> 70 kg
methallyl-chloride	0,125 cc	> 0,125 cc	> 10 l	> 70 l
para-dichloor-benzol	0,125 g	> 0,125 g	> 10 kg	> 70 kg
CaO + ijzersulfaat	4 g	> 10 g	> 800 kg	> 5600 kg
normaal pappoeder	0,25 g	> 1,25 g	> 100 kg	> 700 kg
$CuSO_4$	0,25 g	> 1,25 g	> 100 kg	> 700 kg
Cheshunt compound	1,25 g	> 1,25 g	> 100 kg	> 700 kg
koper-Wacker	> 1,25 g	> 1,25 g	> 100 kg	> 700 kg
$CuCO_3$, $Cu(OH)_2$	> 0,25 g	> 0,25 g	> 20 kg	> 140 kg
malachiet-groen	> 0,05 g	> 0,05 g	> 4 kg	> 28 kg
watergasteer	1 cc	> 1 cc	> 80 l	> 560 l
olanolie	> 1 cc	> 1 cc	> 80 l	> 560 l
vruchtboomcarbolineum	1 cc	> 1 cc	> 80 l	> 560 l
ruwe cresol	> 0,125 cc	> 0,125 cc	> 10 l	> 70 l
cresylzuur	> 0,125 cc	> 0,125 cc	> 10 l	> 70 l
cresolzeep	0,3 cc	0,5 cc	40 l	280 l
lysolid	0,5 g	> 0,5 g	> 40 kg	> 280 kg
50/60 % carbolzuur	0,2 cc	0,5 cc	40 l	280 l
petroleum-emulsie afd. B	> 0,5 cc	> 0,5 cc	> 40 l	> 280 l
chinosol	0,1 g	> 0,1 g	> 8 kg	> 56 kg
brassicol	> 1,25 g	> 1,25 g	> 100 kg	> 700 kg
cystogon	> 1,25 g	> 1,25 g	> 100 kg	> 700 kg
NaCN	0,25 g	> 0,25 g	> 20 kg	> 140 kg
cultura-poeder	> 0,5 g	> 0,5 g	> 40 kg	> 280 kg
„plantensap"	> 0,25 g	> 0,25 g	> 20 kg	> 140 kg
etimolos	> 0,5 cc	> 0,5 cc	> 40 kg	> 280 kg
formactine	> 0,5 cc	> 0,5 cc	> 40 kg	> 280 kg

ontsmetting. In de laatste kolom is deze voor Fusarium letale dosis op dezelfde wijze omgerekend per are.

Uit deze tabel blijkt wel, dat de meeste middelen weinig succes beloven. Op het gebruik van enkele middelen zal nu nog wat nader worden ingegaan.

1. *Formaline.*

Hiermede zijn de eerste oriënteerende proeven genomen. Daarbij is o.a. gebleken, dat de ontwikkelingsduur van de Fusarium in de erlemeyers zeer weinig invloed heeft op het resultaat. Waarschijnlijk bevinden zich in de toegevoegde suspensie reeds alle verschijningsvormen van de Fusarium. Men krijgt echter natuurlijker omstandigheden door de Fusarium zich een week in den grond te laten ontwikkelen. Wel is het tijdsverloop tusschen de toevoeging van het ontsmettingsmiddel en de bepaling van de Fusarium-concentratie, bij een vluchtig middel als formaline van grooten invloed op het resultaat. Wanneer men b.v. de schadelijke dosis van 0,05 cc per erlemeyer toevoegt en men bepaalt na 1 dag de Fusarium-concentratie, dan vindt men, dat nog maar $\pm$ 1 % van de Fusariumkiemen in leven zijn. Wacht men drie dagen, dan vindt men reeds weer $\pm$ 10 % van het oorspronkelijke aantal Fusarium-kiemen, en na 1 week weer de volle 100 %. Het is dus opvallend hoe snel de Fusarium zich weer vermenigvuldigt in dit milieu, waarin geen andere micro-organismen haar antagonistische werking kunnen uitoefenen. Men moet dan ook niet langer wachten dan drie dagen met de bepaling van de Fusarium-concentratie, daar anders de resultaten te veel vervagen.

Er blijkt nog uit tabel 2, dat men de toegevoegde hoeveelheid formaline moet verdrievoudigen om ook het laatste procent *Fusarium*-kiemen tot afsterving te brengen. Iets dergelijks zien we ook vaak bij andere middelen en bij de afstervingstemperaturen. Dit zal dan ook wel niet alleen het gevolg zijn van een minder goede verspreiding van de formaline door den grond, maar ook van de omstandigheid, dat een deel der Fusarium-kiemen bijzonder resistent is. Wellicht zijn dit de chlamydosporen. Formaline is één van de beste ontsmettingsmiddelen en zal in sommige gevallen in aanmerking kunnen komen voor een algeheele grondontsmetting tegen Fusarium, in 't bijzonder bij kweekgrond. Toch is de benoodigde hoeveelheid vrij groot, en veel hooger dan gewoonlijk in de literatuur wordt opgegeven.

2. *Kwikmiddelen.*

Ook deze middelen zijn meer of minder goed in staat de Fusarium in den grond te dooden. Daarvoor zijn echter hoeveelheden noodig, die ver uitgaan boven wat in de literatuur genoemd wordt. In verband met hun hoogen prijs kunnen ze dan ook niet in aanmerking komen voor het toepassen van een algeheele grondontsmetting. Daar de meeste kwikmiddelen weinig schade aan het gewas veroorzaken, kunnen zij wél soms toegepast worden tijdens den groei voor een locale grondontsmetting rondom de pooten van de planten. Daarbij zal vaak niet een dooding van de Fusaria bereikt worden, maar wel een stopzetting van hun ontwikkeling. Alle kwikmiddelen vertoonen nl. iets eigenaardigs. Onder de schadelijke dosis moet men bij deze middelen niet verstaan de hoeveelheid ontsmettingsmiddel, waardoor een deel der Fusarium-kiemen tot afsterving gebracht wordt, maar de hoeveelheid, waarbij groeiremming optreedt. Wanneer men b.v. 0,05 g Germisan toevoegt per erlemeyer, dan treedt met het onverdunde extract op de schalen met kersenagar geen Fusarium-groei meer op. Met het 10 $\times$ verdunde extract verkrijgt men echter een groot aantal Fusarium-koloniën. De andere kwikmiddelen vertoonen ditzelfde verschijnsel; de grens van de groeiremming

ligt daar echter anders. Voegt men b.v. 0,05 g sublimaat per erlemeyer toe, dan worden met het onverdunde extract nog wel enkele langzaam groeiende Fusarium-koloniën verkregen. Zoo kan men de kwikmiddelen naar hun werkzaamheid als volgt rangschikken: Germisan > sublimaat > Ceresan > Uspulun > Aretan > Abavit. Germisan is dus het sterkst werkzaam. Dit middel heeft ook nog enkele andere voordeelen. De kwikmiddelen oefenen nl. in 't algemeen een meer of minder remmenden invloed uit op de ontwikkeling van komkommers en meloenen (vooral sublimaat). Bij Germisan is deze remmende invloed evenals bij Uspulun van weinig beteekenis. Bovendien bevat Germisan veel minder kwik dan b.v. sublimaat, waardoor de kans op een mogelijke vergiftiging geringer is. Bij toepassing van deze middelen zal het kwik echter na verloop van eenigen tijd uitspoelen, waarna de Fusarium haar activiteit kan hervatten. Toch werden bij veldproeven soms gunstige resultaten verkregen, met het enkele malen herhaald toepassen (b.v. om de drie weken) van een Germisan-behandeling. Het middel helpt echter lang niet afdoende.

3. *Azijnzuur.*

Deze stof, die ook reeds in de literatuur genoemd werd, blijkt inderdaad in staat te zijn de Fusarium in den grond te dooden. De goede werking berust waarschijnlijk op een sterke verhooging van den zuurgraad. Dit behoeft op zich zelf geen bezwaar te zijn tegen de toepassing, daar de azijnzuur door bacteriewerking toch wel spoedig ontleden zal. Het grootste bezwaar is echter, dat juist bij het bereiken van de letale dosis, de structuur van den grond door de azijnzuur volkomen bedorven wordt. De grond in de erlemeyers zakt dan geheel in elkaar, zoozeer zelfs, dat de grond zich bedekt met een laagje water. De mooie kruimel-structuur heeft dan blijkbaar plaats gemaakt voor een korrelstructuur, waarmee een aanmerkelijke vermindering van de watercapaciteit gepaard gaat. Dit middel kan dan ook niet in aanmerking komen voor grondontsmetting tegen Fusarium; de benoodigde hoeveelheid zou bovendien nog vrij groot zijn.

4. *Chloorpicrine.*

Dit middel, dat eveneens reeds in de literatuur vermeld werd, blijkt een zeer sterk doodende werking op Fusarium uit te oefenen. Zoowel dierlijke als plantaardige parasieten worden er door gedood. Dit middel zal in de eerste plaats in aanmerking moeten komen bij het toepassen van een algeheele grondontsmetting. Er werd reeds door Rietberg (17) een proef mee genomen, waarbij de planten op den behandelden grond geen uitwendige Fusarium-aantasting vertoonden, en later afstierven, hoewel toch nog te vroegtijdig. Het resultaat was toen dus niet geheel duidelijk, maar wel hoopgevend. Latere veldproeven hebben reeds zeer behoorlijke resultaten te zien gegeven. Er zijn echter twee bezwaren verbonden aan de toepassing. 1e. Moet het middel opgelost worden in de twintigvoudige hoeveelheid benzine, en deze zal voorloopig nog wel niet te verkrijgen zijn. Voor alle zekerheid is nog onderzocht of enkel benzine de Fusarium kan dooden, maar dit bleek niet het geval te zijn. 2e. Bovendien is chloorpicrine een voor den mensch zeer gevaarlijk oorlogsgas, waarmede nimmer door den tuinder zelf gewerkt zal kunnen worden. Deze ontsmetting zal dan ook evenals de zwavelkoolstof-behandeling van den grond uitsluitend uitgevoerd moeten worden door daartoe aangewezen personen, die over een speciale uitrusting en apparatuur beschikken.

Subcidine is een chloorpicrine-houdend preparaat, dat minder gevaarlijk zou zijn in het gebruik, maar dat ook veel minder werkzaam is. Dit blijkt onvoldoende uit

tabel 2, daar deze middelen hier beproefd zijn onder voor hen zeer ongunstige omstandigheden, zooals in de volgende paragraaf zal blijken. Subcidine bleek toen ook onder gunstiger omstandigheden slechte resultaten te geven. Andere organische chloor-verbindingen hadden weinig uitwerking op de Fusarium in den grond.

5. *Ongebluschte kalk met ijzersulfaat.*

Ook dit mengsel wordt in de literatuur genoemd als grondontsmettingsmiddel tegen Fnsarium evenals de zgn. complete fertilize-ferfor. Zelfs met zeer groote hoeveelheden van dit middel, dat heel goedkoop zou zijn, is echter geen gunstig resultaat bereikt.

6. *Kopermiddelen en malachiet-groen.*

Kopermiddelen worden in de literatuur meermalen aangeraden tegen Fusarium, zoowel kopersulfaat als koper-oxychloride, soms tesamen met een zeer geringe hoeveelheid malachiet-groen. Enkele zeer verschillende kopermiddelen werden geprobeerd en bovendien malachiet-groen. Ook bij gebruik van veel grootere hoeveelheden dan in de literatuur opgegeven zijn, wordt de Fusarium in den grond echter niet geheel gedood. Toch oefenen grootere hoeveelheden $CuSO_4$ en normaal pappoeder ($CuSO_4 + Na_2CO_3$) wel een schadelijke werking uit op de Fusarium. Het is bij kaskomkommers meermalen gelukt om door het geregeld insmeren van de pooten met 10 % normaal pappoeder (b.v. om de andere week) een Fusarium-aantasting in toom te houden. De vorming van een sporenlaag buiten op den stengel en de verspreiding hiervan wordt gedeeltelijk voorkomen; wellicht werkt het koper ook eenigszins remmend op de aantasting van den stengelvoet. Een grondontsmetting wordt echter niet verkregen, zoodat het resultaat weinig afdoende is.

7. *Teerproducten.*

In de eerste plaats werden ruwe carbolineum-preparaten en vruchtboomcarbolineum geprobeerd. Ook zeer groote hoeveelheden hiervan hadden geen bevredigend resultaat. Daar carbolineum nog wel eens gebruikt wordt voor het ontsmetten van houtwerk van ramen en bakken, werd ook nagegaan in hoeverre Fusarium groeien kan in carbolineum-bevattende voedingsbodems, om zoodoende een idee te krijgen betreffende de mogelijkheid van Fusarium-ontwikkeling op ontsmet houtwerk (bij behandeling met formaline behoeft men aan het dooden van de Fusarium niet te twijfelen). Het is daarbij gebleken, dat de Fusarium nog uitgroeit op een voedingsbodem, die 2 % ruwe carbolineum bevat; daarentegen komt op een voedingsbodem met 0,4 % v.b.c. geen Fusarium-groei meer voor. De door ons beproefde ruwe carbolineum-preparaten hebben dus weinig invloed op de *Fusarium*-ontwikkeling, zoodat een behandeling van het houtwerk daarmee weinig waarborgen geeft voor het dooden van de Fusarium.

Wat de werkzame bestanddeelen in de carbolineum zijn, is nog altijd niet precies bekend. Vaak wordt aangenomen, dat dit de daarin aanwezige cresolen zijn. Daarom zijn ook met verschillende cresol-preparaten proeven genomen. Sommige vormden goede emulsies met water, andere moesten bij onze proeven in alcohol opgelost worden, voor het verkrijgen van een gelijkmatige menging. De meeste van deze middelen oefenden een sterkere doodende werking op de Fusarium in den grond uit dan carbolineum, hoewel ook van de beste middelen nog altijd zeer aanzienlijke hoeveelheden noodig zijn voor het volkomen dooden van alle Fusarium.

8. *Chinosol en Brassicol.*

Het eerste middel wordt in de literatuur vermeld, terwijl we met het tweede middel bij potproeven wel eens eenig gunstig resultaat meenden te zien. Van het eerste middel zijn echter te groote hoeveelheden noodig, terwijl het tweede in 't geheel geen effect heeft. Ook talrijke andere middelen bleken niet te voldoen.

INVLOED VAN VERSCHILLENDE OMSTANDIGHEDEN OP DE DOODENDE WERKING VAN FORMALINE EN CHLOORPICRINE OP FUSARIUM IN DEN GROND

Uit het voorgaande is gebleken, dat slechts 2 middelen in aanmerking komen om gebruikt te worden voor een algeheele grondontsmetting tegen *Fusarium*, nl. in de eerste plaats chloorpicrine, en verder formaline voor het ontsmetten van kleine hoeveelheden grond (b.v. kweekgrond), hetgeen dan door den tuinder zelf uitgevoerd kan worden. Van deze beide middelen is daarom nagegaan, onder welke omstandigheden het gunstigste resultaat bereikt wordt.

In de eerste plaats is de invloed van de *vochtigheid* van den grond onderzocht. Daartoe werden verschillende hoeveelheden water aan de erlemeyers toegevoegd, waardoor de watercapaciteit van den grond voor resp. 40–45, 55–60, 70–75 en 85–90 % met water verzadigd werd. Men zou deze gronden resp. matig droog, matig vochtig, vochtig en zeer vochtig kunnen noemen. Bij deze verschillende vochtigheidstoestanden werd nagegaan, wat de schadelijke en de letale dosis van deze middelen was.

Naam ontsmettingsmiddel	Waterverzadiging van den grond	Schadelijke dosis per erl. in cc	Letale dosis		
			per erl. in cc	per rr² in liter	per are in liter
formaline 40%	55–60%	0,1	> 0,15	> 12	> 84
„ 40%	70–75%	0,05	0,15	12	84
„ 40%	85–90%	0,05	0,10	8	56
chloorpicrine	40–45%	< 0,003	0,003	0,24	1,68
„	55–60%	0,0004	0,005	0,4	2,8
„	70–75%	0,005	0,01	0,8	5,6

Deze cijfers vertoonen wel eens kleine schommelingen. Zoo werd een enkele maal met 0,1 cc formaline in vochtigen grond (de toestand waarin alle middelen aanvankelijk beproefd zijn) reeds alle Fusarium gedood, terwijl ook éénmaal met 0,005 cc chloorpicrine in matig vochtigen grond niet alle Fusarium gedood werd. In 't algemeen blijkt de vochtigheidstoestand van den grond een zeer grooten invloed op het resultaat van de ontsmetting te hebben.

Formaline werkt verreweg het beste in een zeer vochtigen grond, zoodat dan zelfs een hoeveelheid van 8 liter per rr² voldoende zou kunnen zijn. Het advies om kweekgrond bij ontsmetting geheel met formaline te doordrenken wordt dus wel zeer terecht gegeven. Het blijkt dat de grootere verdunning van de formaline haar werking niet benadeelt. Daar de formaline oplost in water, zal in een vochtigen grond een veel gelijkmatiger verspreiding verkregen worden. In een zwaren grond is deze steeds moeilijk te verkrijgen. Wanneer deze gelijkmatige verspreiding in de erlemeyers, waar een mooie menging van het ontsmettingsmiddel door den grond mogelijk is, reeds zoozeer door het toedienen van veel water bevorderd wordt, dan zal dit in de practijk nog wel in sterker mate het geval zijn. Het is dan ook zeer belangrijk bij het toepassen van deze ontsmetting zooveel mogelijk water te ge-

bruiken, b.v. door na de toevoeging van de formaline, deze met veel water in den grond te spoelen.

Met chloorpicrine wordt juist een beter resultaat verkregen naarmate de grond droger is. In een matig drogen grond wordt alle Fusarium zelfs reeds gedood door een hoeveelheid van 0,003 cc per erlemeyer, wat overeenkomt met $\frac{1}{4}$ liter per rr². Dit is heel goed te begrijpen, daar chloorpicrine niet oplost in water, maar zich in gasvormigen toestand door de luchtholten in den grond moet verspreiden. De beste verspreiding heeft dus plaats in drogen grond. In een vochtigen grond is minstens drie keer zooveel chloorpicrine noodig voor het bereiken van eenzelfde resultaat als in matig drogen grond. Men dient bij de toepassing van deze ontsmetting in de practijk er dus voor te zorgen, dat de grond in een zoo droog mogelijken toestand verkeert.

In de tweede plaats is de invloed van de *temperatuur* bestudeerd. Daartoe werden de erlemeyers met grond tijdens de ontsmetting bewaard bij temperaturen, variëerend van 5 tot 25 °C. De invloed van de temperatuur was echter gering vergeleken bij den invloed van de vochtigheid. Wel is het gelukt bij 25 °C reeds met 0,08 cc formaline alle Fusarium in de erlemeyer te dooden, wat overeenkomt met 6,4 liter formaline per rr². Bij alle andere temperaturen was 0,1 cc noodig. Dit verschil is niet groot, terwijl bovendien zulke hooge temperaturen in 't algemeen toch niet voorkomen in den grond. Het is dus in dit opzicht van weinig belang in welk seizoen de ontsmetting toegepast wordt. Wel is het herstel van den Fusarium-groei bij lage temperatuur steeds langzamer. Met chloorpicrine kon in het geheel geen betere werking vastgesteld worden bij hooge temperaturen in vergelijking met lage temperaturen.

Tenslotte is nog de invloed van den *tijdsduur van ontsmetting* nagegaan. Dit onderzoek had vooral ten doel eenige gegevens te verkrijgen betreffende de wenschelijkheid om den grond na ontsmetting eenigen tijd af te dekken. Eerst werd de invloed van een langeren ontsmettingsduur, nl van 3 en 7 weken onderzocht. Daartoe werden de erlemeyers ditmaal niet met een wattenprop afgesloten, maar met een kurk, die goed geparaffineerd werd, zoodat een luchtdichte afsluiting verkregen werd. Er werd echter nòch met formaline, nòch met chloorpicrine een gunstiger resultaat verkregen door een langdurige inwerking. Het lijkt bovendien zeer moeilijk om een vluchtig gas als chloorpicrine in de practijk door afdekking lang in den grond te houden. Een langdurige, solide afdekking van den grond is ook vaak moeilijk uit te voeren zonder nadeel voor de structuur van den grond. Toch zal afdekking in de practijk zeer wenschelijk kunnen zijn. Door een langen inwerkingsduur zal meer gelegenheid bestaan tot een gelijkmatiger verdeeling van het ontsmettingsmiddel door den grond, door middel van diffusie en waterstrooming door de capillairen. Deze verspreiding zal waarschijnlijk veel langzamer plaats hebben dan de warmtegeleiding bij het stoomen van den grond. Bovendien is bij voortgezette proefjes in erlemeyers nog gebleken, dat een kortere inwerkingsduur dan 2–3 dagen in 't bijzonder bij chloorpicrine soms minder goede resultaten geeft. Het is dus wel goed de grond enkele dagen af te dekken. Misschien kan deze afdekking reeds verwezenlijkt worden door met een flinke hoeveelheid water na te spoelen. De formaline zal daarin oplossen en wellicht minder snel verdampen, terwijl de chloorpicrine afgesloten zou kunnen worden van de lucht. Slechts proeven in de practijk zullen het vraagstuk van de wenschelijkheid en mogelijkheid van een afdekking kunnen oplossen.

SAMENVATTING

Een verwelking en voetziekte bij komkommers kan veroorzaakt worden door de volgende Fusaria:

1. *Fusarium angustum* veroorzaakt een hevige aantasting van stengelvoet en stengel (bruinkleuring).
2. *Fusarium orthoceras* veroorzaakt een iets minder hevige aantasting van stengelvoet en stengel.
3. *Fusarium orthoceras var. longius* tast den stengelvoet aan.
4. *Fusarium solani var. Martii* tast de wortels aan (zie afb. 1–4).

Al deze Fusaria kunnen de meest gekweekte komkommer-, meloenen- en boonensoorten aantasten. Boonen en ananas-meloenen zijn voor sommige van deze Fusaria minder gevoelig. De pronkboon wordt daarentegen door *Fusarium solani var. Martii* juist hevig aangetast (zie ook conclusies op blz. 14).

Enting van den grond met onschadelijke of weinig pathogene Fusaria kan een hernieuwde besmetting met hevig pathogene Fusaria tegengaan.

Chloorpicrine is het meest geschikte chemische middel om Fusarium in den grond te dooden. Het beste resultaat wordt verkregen wanneer de grond droog is. Ook formaline is bruikbaar. Dit middel moet juist toegepast worden in een zoo vochtig mogelijken grond.

Kwikmiddelen zijn alleen te gebruiken voor een plaatselijke ontsmetting rondom de pooten der planten. Germisan is daarvoor het best geschikt. Ook het insmeren van de pooten met 10 % normaal pappoeder kan soms eenig gunstig resultaat hebben. Deze laatste middelen zijn echter weinig afdoende. Voor de benoodigde hoeveelheden zie men tabel 2.

ZUSAMMENFASSUNG

Als Erheber eines Welkens und einer Fusskrankheit bei Gurken sind in Holland die volgenden Fusariën festgestellt worden:

1. *Fusarium angustum* verursacht eine starke Braunfarbung des Stengelfusses und des Stengels.
2. *Fusarium orthoceras* verursacht eine etwas schwächere Braunfarbung des Stengelfusses und des Stengels.
3. *Fusarium orthoceras var. longius* greift den Stengelfuss an.
4. *Fusarium solani var. Martii* greift die Wurzeln an (Bilder 1–4).

Diese vier Fusariën können die in Holland meist angebauten Gurken, Melonen und Bohnen angreifen. Bohnen und Ananasmelonen sind für einige dieser Fusariën weniger empfindlich. Die türkische Bohne aber wird von *Fusarium solani var. Martii* gerade stark angegriffen.

Impfung des Bodens mit unschädlichen oder wenig pathogenen Fusariën kann eine erneute Infektion mit stark pathogenen Fusariën verhindern.

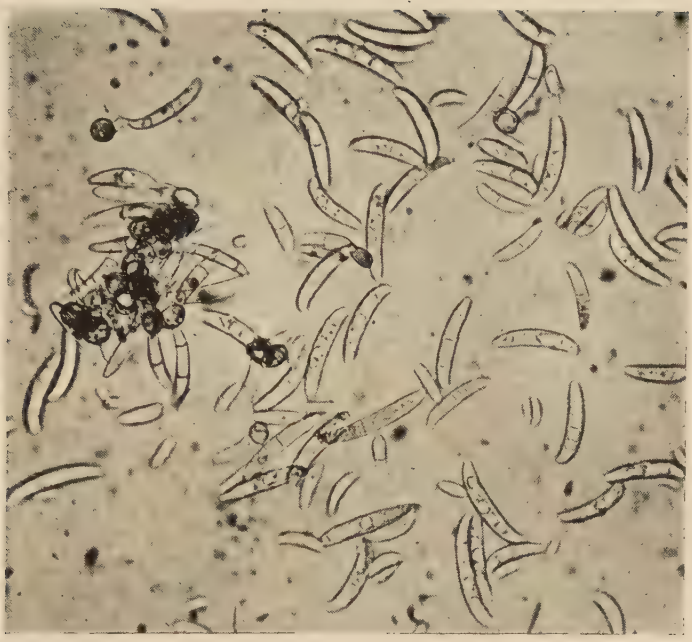
Chlorpikrin ist das am besten geeignete chemische Mittel zum Abtöten der Fusariën im Boden. Der beste Erfolg bekommt man, wenn der Boden trocken ist. Auch Formalin ist brauchbar. Hier soll der Boden gerade in einem feuchten Zustande verkehren.

Quecksilber enthaltende Mittel sind nur brauchbar für eine lokale Entseuchung um die Füsse der Pflanzen herum. Germisan ist dafür am besten geeignet. Auch das Bestreichen der Füsse met 10 % Kupfersodabrühe kann bisweilen einen ziemlich guten Erfolg haben. Diese letzten Mittel sind aber wenig wirksam.

Die benötigten Mengen findet man in Tafel 2.

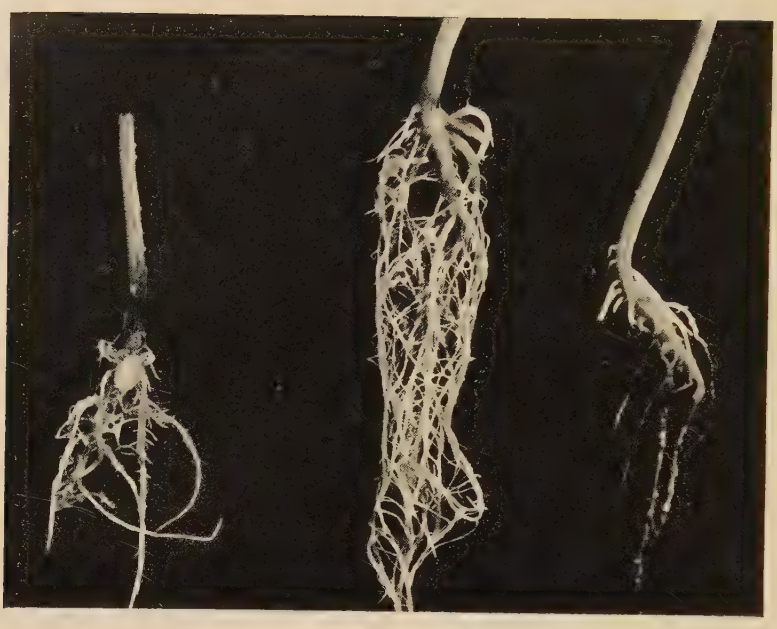
LITERATUUR

1. L. S. Bennett. Studies on the inheritance of resistance to wilt (Fusarium niveum) in Watermelon. J. agric. Res. 53, p. 295–306, 1936.
2. B. O. Dodge. Marigold wilt. J. N. Y. bot. Gdn. 37, p. 211–214, 1936.
3. J. Dufrénoy. La transmission des maladies des plantes par voie biologique. Voordracht in de „Société de Pathologie comparée", 10. IV, 1923.
4. E. J. Ezerskaya. Chloropicrin as soil desinfectant in hot frames. Pl. Prot. Leningr. 12, p. 113–120, 1937.
5. T. Ferraris. L'avvizzimento o tracheomicosi dell 'Astro della China. Riv. agric. Roma, 1938.
3. G. Fron. La maladie de la fusariose des Oeillets. Rev. Path. vég. 23, p. 131–144, 1933.
7. M. Gaudineau, Le flétrissement des Reines-Marguerites dû au Fusarium callistephi. Rev. Path. vég. 23, p. 123–130, 1936.
8. G. H. Godfrey. Control of soil fungi bij soil fumigation with chloropicrin. Phyt. 26, p. 246–256, 1936.
9. J. G. Leach. A destructive Fusarium wilt of Muskmelons. Phyt. 23, p. 554–556, 1933.
10. J. G. Leach and T. M. Currence. Resistance to Fusarium wilt in Muskmelons. Abs. in Phyt. 25, p. 25, 1935.
11. T. Lindfors. Om vissnesjuka hos gurkor förorsakad av Verticillium alboatrum. Medd. No. 150 fran Centralanst. f. försöksväs pa jorbruksomradet. Bot. avdeln 13, p. 3–12, 1917.
12. H. Madle. Wie kann die Fusskrankheit des Spargels bekämpft werden? Kranke Pflanze 13, S. 213–215, 1936.
13. T. F. Manns, F. R. Davies, J. W. Heuberger and J. F. Adams. Department of Plant Pathology. Rep. Del. agric. Exp. Sta. Bull. 205, p. 37–45, 1936.
14. O. A. Reinking. Parasitic and other Fusaria counted in Costa Rica and Panama soils. Zentr. f. Bakt. u. Par. Abt. II 90, S. 4–17, 1934.
15. O. A. Reinking and M. M. Manns. Parasitic and other Fusaria counted in Colombia soils. Zentr. f. Bakt. u. Par. Abt. II 89, S. 502–509, 1934.
16. K. Reiter. Eine zu wenig bekannte Nelkenkrankheit. Blumen u. Pfl. Bau ver. Gartenwelt 39, S. 118–119, 1935.
17. H. Rietberg. De fusariose van komkommers en meloenen. Med. v. d. Tuinb. voorl. no. 20, 1940.
18. W. Tempel. Bekämpft die Fusskrankheit des Spargels. Ratschl. Haus, Garten, Feld 10, S. 81–82, 1935.
19. R. van der Veen. Onderzoekingen over Tracheomycosen, Proefschrift 1930.
20. Verslag Vleutens Proeftuin, 1939.
21. J. J. Wilson. The pathological relationship between the host and parasite in varieties and strains of Watermelons resistent to Fusarium niveum E.F.S. Res. Bull. Ia agric. Exp. Sta. 195, p. 107–152, 1936.
22. H. W. Wollenweber und O. A. Reinking. Die Fusariën, ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung, 1935.
23. M. Zilling. Beiträge zur Kenntnis der Microflora der Böden Westsiberiens. Ref. in Zentr. f. Bakt. u Par. Abt. II, 95, S. 82–83, 1936.



afb. 1

afb. 2



afb. 3

afb. 4

VERKLARING DER PLATEN

Plaat I

Afb. 1. Macroconidiën, microconidiën en chlamydosporen van Fusarium solani var. Martii. 390 × vergroot.

„ 2. Macroconidiën en microconidiën van Fusarium angustum. 390 × vergroot.

Plaat II

„ 3. Fusarium-aantasting bij komkommer-kiemplantjes in cultuurbuizen.
Links: aantasting door Fusarium orthoceras. Deze begint bij den stengelvoet en breidt zich dan over den stengel uit naar boven.
Midden: contrôle.
Rechts: aantasting door Fusarium solani var. Martii. Deze tast de wortels aan. Uit den stengelvoet worden nieuwe, aanvankelijk gezonde, wortels gevormd.

„ 4. Fusarium-aantasting bij komkommer-kiemplantjes in cultuurbuizen.
Links: aantasting door Fusarium orthoceras var. longius. De stengelvoet kleurt bruin en wordt ingesnoerd.
Midden: contrôle.
Rechts: aantasting door Fusarium bulbigenum var. niveum. Zwakke bruinkleuring van den stengelvoet en aantasting van de wortels.

AUTOREFERAAT VAN DE VOORDRACHT VOOR DE NED. PLANTENZIEKTENKUNDIGE VEREENIGING OP 28 NOV. 1942 TE AMSTERDAM

VIRUSZIEKTEN IN AARDBEIEN

DOOR

Ir. HESTER G. KRONENBERG

Zoowel in ons land als in het buitenland heeft men in de laatste decennia „degeneratie"-verschijnselen in de aardbeien waargenomen.

Hier te lande treden deze het sterkst op in die tuinbouwcentra, waar reeds langen tijd op groote schaal aardbeien geteeld worden en waar men na eenige jaren steeds weer met aardbeien op hetzelfde land terug komt. Gunstiger is de toestand i.h.a. in streken, waar de aardbei een kleiner gedeelte van den beteelden grond in beslag neemt en men dus een ruimer vruchtwisseling heeft.

Naast cultuurfouten spelen ziekten, veroorzaakt door viren, nematoden, wortelschimmels, mijten, enz. bij deze degeneratie een rol.

In het buitenland heeft men verschillende virusziekten in de aardbeien bestudeerd. Tot dusverre zijn er drie bekend:

De belangrijkste is de „*Xanthosis*" of „*Yellows*", in 1927 in Californië door PLAKIDAS bestudeerd; zij bleek identiek te zijn met het in 1933 in Engeland door HARRIS beschreven „*Yellow-edge*".

De ziekte wordt gekarakteriseerd door een gele verkleuring der bladen langs de randen en tusschen de hoofdnerven. De zieke planten blijven laag en klein, doordat de bladschijven klein en de bladstelen kort zijn. De bladschijven zijn vaak gootvormig, met een naar boven gekrulde rand en bovendien onregelmatig gegolfd. De ziekte gaat over op de rankplanten. De wortels blijven aanvankelijk gezond, maar vertoonen later afstervingsverschijnselen. De vruchten blijven klein. Zieke planten herstellen zich niet. Oude bladen, die volwassen waren tijdens de infectie, blijven gezond. De ziekte gaat niet met het zaad over.

Overbrenging gelukte door middel van de aardbeibladluis *Capitophorus fragariae* THEOB. (PLAKIDAS 1927. MASSEE 1935) en door stoloonenting (HARRIS 1933).

Een tweede virusziekte is het „*Crinkle*", in 1932 in Oregon door ZELLER en VAUGHAN beschreven, in 1933 door OGILVIE, SWARBRICK en THOMPSON voor Z.W. Engeland vermeld.

De symptomen dezer ziekte bestaan uit onregelmatig verspreide chlorotische vlekjes op de bladen, gepaard met een gekrinkeld en gebobbeld blad. Later kunnen de chlorotische vlekjes purper of bruin van kleur worden. De nerven zijn meestal zeer licht of geelachtig en doorschijnend. Dergelijke nerven groeien niet meer normaal uit, waardoor het blad gegolfd en gerimpeld wordt. De zieke planten hebben i.h.a. een iets lichter groene tint dan de gezonde.

Bij verder onderzoek bleek er een „zwakke" en een „sterke" stam van dit „Crinkle"-virus te bestaan. De zwakke stam komt in Engeland zeer algemeen in de meeste cultuurrassen voor, veelal zonder opvallende symptomen te weeg te brengen; terwijl men daar in een klein, maar steeds toenemend aantal gevallen de sterke stam aantreft.

Overbrenging van het „Crinckle"-virus bleek eveneens mogelijk door de aardbeibladluis *C. fragariae* Tehob. (Vaughan 1933, Zeller 1933, Massee 1938, voor „mild crinkle") en door stoloonenting (Harris, 1935).

Als derde virusziekte zij genoemd het in 1927 door Zeller beschreven *Witch's Broom*, gekenmerkt door de ontwikkeling van een dichte bos langstelige, stijfopstaande bladen met vrij kleine bladschijven, die iets bol staan en lichter groen zijn dan de normale bladen. Ook hier bleek overbrenging door de aardbeibladluis *C. fragariae* Theob. mogelijk te zijn.

Kenmerkend voor het „yellow edge" en het „crinkle" virus is het periodiek optreden der volledige symptomen, nl. ten eerste in den voorzomer, (Juni, en ten tweede het sterkst (in Engeland) vanaf half September tot het eind van het groeiseizoen (koel, vochtig weer bevordert de symptomen).

Alle onderzochte cultuurrassen kunnen de viren bevatten; het eene ras reageert duidelijk en is dus gevoelig; het andere reageert weinig of niet en is tolerant („carrier").

De gevoeligheid der verschillende rassen loopt sterk uiteen en staat in verband met de hybride-natuur der cultuurrassen (hybriden uit *Fragaria virginiana* Duch, sterk gevoelig voor virusziekte, en *F. chitoensis* L., „carrier"). Zeer tolerant is o.a. Mme Lefeber en Oberschlesien, *matig gevoelig is* o.a. Mme. Moutot, Laxton, Jucunda, *gevoelig* is o.a. Deutsch Evern en de Royal Sovereign.

Verschillende ziekteverschijnselen in de aardbeien hier te lande vertoonen groote overeenkomst met bovengenoemde verschijnselen:

1. Sterke *vergeling* der bladen, vooral langs de bladranden en tusschen de bladnerven, i.h.b. zeer duidelijk bij de Deutsch Evern in sommige oude aardbeicentra. Vergeleken met gezonde planten zijn deze gele planten zeer klein en laag, en hebben onregelmatig gegolfd, geplooid, gerimpeld en vaak iets toegevouwen blad, met kleine bladschijven en korte bladstelen. Deze verschijnselen lijken in hooge mate op „*Yellow-edge*". Op andere rassen treedt deze vergeling minder duidelijk op.

2. Typische symptomen van „*Crinckle*" werden in het najaar van 1942 voor het eerst aangetroffen op een enkele akker in de Bommeler Waard en te Maarsseveen. De jonge en oudere bladen hadden duidelijk chlorotische vlekken; ze waren sterk gekrinkeld en gegolfd, kleiner, smaller en korter van steel dan de normale en bovendien zeer bros. Typisch was ook, dat vaak een deel van het samengestelde blad sterke chlorose had, terwijl het overige deel nog normaal groen was, hetgeen een onregelmatige en onsymmetrische ontwikkeling der drie bladschijven tot gevolg had. Een ander geval van „Crinkle" ontstond in den zomer van 1942 te Beverwijk in wilde boschaardbeiplanten (*Fragaria vesca* L.), die het vorige najaar gezond uit het wild naast bedden cultuuraardbeien waren uitgeplant. Omstreeks half Juli vertoonden hiervan enkele verspreide planten ziekteverschijnselen, overeenkomstig degene, die kunstmatig door stoloonenting van cultuuraardbeien op *F. vesca* waren overgebracht, nl. mozaïekachtige vlekjes op de jonge bladen, gepaard met een bobbeling, en een kleiner en smaller worden der bladen. Deze bladen waren bovendien opvallend hard en vertoonden voortijdige herfstkleuring. Ook op een tweeden tuin werden „Crinkle"-verschijnselen op *F. vesca*, naast cultuuraardbeien staande, aangetroffen. Overbrenging door luizen lijkt hier waarschijnlijk, daar luizen algemeen op aardbeien gevonden worden.

3. Gevallen van „*Witch's broom*" treden geregeld in enkele verspreide planten op het veld op, maar worden i.h.a. direct door den kweeker verwijderd, daar ze onvruchtbaar zijn.

Om na te gaan, in hoeverre ook de gekweekte aardbeien hier te lande met virus besmet zijn, werd een begin gemaakt met kunstmatige overbrenging. In navolging van de methode in Engeland door HARRIS uitgewerkt, werd gebruik gemaakt van de mogelijkheid twee aardbeiplanten tot vergroeiing te brengen door twee stolonen op elkaar te enten. In elk der beide te verenten stolonen werd een paar cm onder den eindknop in tegenovergestelde richting een schuine snede gemaakt, de lipjes in elkaar geschoven, de ent vervolgens omwikkeld met cellophaan-plakband en ten overvloede met raffia ombonden. Vóór tot de enting over te gaan, werd een vooraf bewortelde rankplant van de indicatorplant afgesneden als contrôle plant. Als indicatorplanten werden wilde boschaardbeien (*F. vesca* L.) gebruikt, aangezien men van de gezondheid der gekweekte aardbeien niet zeker is. *F. vesca* is zeer gevoelig voor alle virusziekten en dientengevolge geschikt als indicatorsoort. Als te onderzoeken planten werden cultuuraardbeien gebruikt van verschillend ras en herkomst.

In geval van vergroeiing traden in veel gevallen reeds twee weken na de enting de eerste symptomen op de indicatorplant op; het eerst op de rankplantjes vlak boven de ent, spoedig daarna ook op de moederplant en de andere ranken.

De symptomen op de jonge blaadjes bestonden uit een spikkeling met chlorotische vlekjes, of uit chlorose langs de bladnerfjes, veelal gepaard met een inrolling der blaadjes. Tevens waren de zieke bladen gebobbeld, gerimpeld en gegolfd. Ze bleven sterk achter in groei en waren smaller dan de normale. In een aantal gevallen vond een versterkte anthocyaan-vorming plaats in blaadjes en stengels. De bladen, die volwassen waren tijdens de infectie, bleven normaal.

Bij ernstige aantasting gingen de planten snel na de infectie achteruit; de blaadjes bleven tenslotte zeer klein en kort, zoodat een ineengedrongen bossig plantje ontstond.

De contrôleplantjes bleven gezond, evenals de indicatorplanten, indien de ent niet vergroeide. Deze verschijnselen vertoonen groote overeenkomst met de in de literatuur beschreven verschijnselen van „*Crinkle*" zoodat geconcludeerd kan worden, dat het „crinkle" virus ook in ons land in de aardbeien voorkomt.

In hoeverre de algeheele groeiremming en verhoogde anthocyaanvorming ook door ditzelfde virus veroorzaakt worden, is niet zonder meer te zeggen.

Alle gebruikte aardbeirassen bleken het virus te bevatten, nl. Jucunda, Oberschlesien en Frau Mieze Schindler.

De indicatorplant reageerde met de boven beschreven spikkeling onverschillig of men uitging van gezond of ziek schijnende Jucunda en Oberschlesien of van gezond schijnende Frau Mieze Schindler.

Als een bezwaar van het gebruik van de voor virus gevoelige *F. vesca* als indicatorplant werd gevoeld, dat de sterke reactie dezer soort op het in veel aardbeien voorkomende crinkle virus de symptomen van andere viren, die misschien ook aanwezig kunnen zijn, niet tot uiting laat komen. Bij voortzetting der proeven verdient het dan ook aanbeveling naast *F. vesca* een indicatorsoort te gebruiken van een iets minder gevoelig ras, b.v. Deutsch Evern, en hiervan planten te nemen, die er volkomen gezond uitzien.